

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-21913

(43) 公開日 平成9年(1997)1月21日

(51) Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 B	5/30		G 0 2 B	5/30
G 0 2 F	1/1333		G 0 2 F	1/1333
	1/1335	5 1 0		1/1335
	1/137	5 0 0		1/137
				5 1 0
				5 0 0

審査請求 未請求 請求項の数23 O L (全 28 頁)

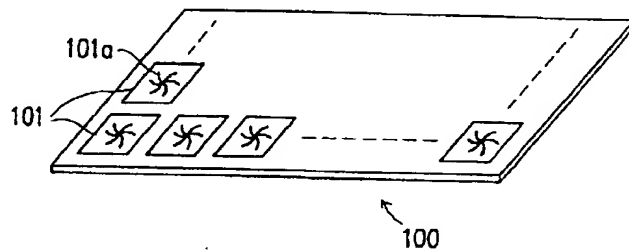
(21) 出願番号	特願平7-170053	(71) 出願人	000005049 シャープ株式会社 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
(22) 出願日	平成7年(1995)7月5日	(72) 発明者	山田 信明 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ ャープ株式会社内
		(72) 発明者	岡本 正之 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ ャープ株式会社内
		(72) 発明者	神崎 修一 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ ャープ株式会社内
		(74) 代理人	弁理士 山本 秀策

(54) 【発明の名称】 軸対称偏光板及びその製造方法、並びに液晶表示装置

(57) 【要約】

【課題】 光の透過容易軸または光の吸収軸101aが、その入射光に対する光透過あるいは光吸収作用が一平面内のあらゆる方向に対して均一になる軸対称状に配向した部分101を複数有する軸対称偏光板を、工業的に容易にかつ再現性よく製造することができるものとする。

【解決手段】 上記軸対称偏光板100を、その構成材料として、少なくとも液晶性高分子と2色性染料とを含む構造とした。



**【特許請求の範囲】**

【請求項 1】 光の透過容易軸または光の吸収軸が、その入射光に対する光透過あるいは光吸収作用が一平面内のあらゆる方向に対して等価となる軸対称状に配向した部分を複数有する軸対称偏光板であって、その構成材料として、少なくとも液晶性高分子と 2 色性染料とを含む軸対称偏光板。

【請求項 2】 請求項 1 記載の軸対称偏光板において、該光の透過容易軸または光の吸収軸が前記軸対称状をなす部分は、1 つの偏光素子を構成しており、該各偏光素子は、画像表示画面を構成する 1 つの絵素に対応している軸対称偏光板。

【請求項 3】 請求項 1 記載の軸対称偏光板において、該光の透過容易軸または光の吸収軸が前記軸対称状をなす部分は、1 つの偏光素子を構成しており、該各偏光素子は、画像表示画面を構成する複数の絵素に対応している軸対称偏光板。

【請求項 4】 請求項 1 記載の軸対称偏光板において、該光の透過容易軸または光の吸収軸が前記軸対称状をなす部分は、1 つの偏光素子を構成しており、画像表示画面を構成する絵素の各々には、複数の偏光素子が対応している軸対称偏光板。

【請求項 5】 光の透過容易軸または光の吸収軸が、その入射光に対する光透過あるいは光吸収作用が一平面内のあらゆる方向に対して等価となる軸対称状をなす部分を有する軸対称偏光板を製造する方法であって、対向して配置される一対の基板の少なくとも一方の表面に、複数の細溝をこれらが該軸対称状をなすよう形成する工程と、

対向して配置した該一対の基板間に重合性液晶材料と 2 色性染料を少なくとも含む混合物を注入し、該細溝に沿って重合性液晶材料を配向させる工程と、該重合性液晶材料の配向状態にて該重合性液晶材料の硬化を行う工程とを含む軸対称偏光板の製造方法。

【請求項 6】 光の透過容易軸または光の吸収軸が、その入射光に対する光透過あるいは光吸収作用が一平面内のあらゆる方向に対して等価となる軸対称状をなす部分を有する軸対称偏光板を製造する方法であって、その内面側に電極を有する一対の基板の少なくとも一方の内面上に、該内面上を複数の領域に区分する仕切り壁を形成する工程と、

該一対の基板間に、少なくとも重合性液晶材料と 2 色性染料を含む混合物を注入する工程と、該一対の基板の電極間への電圧印加により該重合性液晶材料を、光の透過容易軸または光の吸収軸が該軸対称状をなすよう配向させる工程と、

該重合性液晶材料の配向状態にて該重合性液晶材料の硬化を行う工程とを含む軸対称偏光板の製造方法。

【請求項 7】 請求項 1 記載の軸対称偏光板を液晶層の上側及び下側に配設してなる構造を有する液晶表示装置

であって、

該上側及び下側の軸対称偏光板の、光の透過容易軸または光の吸収軸が前記軸対称状をなす部分は、1 つの偏光素子を構成しており、

該上側及び下側の軸対称偏光板の、該液晶層を介して対向する 1 組の偏光素子では、その液晶性高分子の配向状態が同一であり、

該両軸対称偏光板の一方に含まれる 2 色性染料は p 型であり、その他方に含まれる 2 色性染料は n 型である液晶表示装置。

【請求項 8】 請求項 1 記載の軸対称偏光板を液晶層の上側及び下側に配設してなる構造を有する液晶表示装置であって、

該上側及び下側の軸対称偏光板の、光の透過容易軸または光の吸収軸が前記軸対称状をなす部分は、1 つの偏光素子を構成しており、

該両軸対称偏光板の、液晶層を介して対向する 1 組の偏光素子の一方は、その光の透過容易軸または光の吸収軸が同心円状をなし、該 1 組の偏光素子の他方は、その光の透過容易軸または光の吸収軸が放射状をなしている液晶表示装置。

【請求項 9】 請求項 1 記載の軸対称偏光板を液晶層の上側及び下側に配設してなる構造を有する液晶表示装置であって、

該上側及び下側の軸対称偏光板の、光の透過容易軸または光の吸収軸が前記軸対称状をなす部分は、1 つの偏光素子を構成しており、

該両軸対称偏光板の、液晶層を介して対向する 1 組の偏光素子の一方は、その光の透過容易軸または光の吸収軸が右巻きの渦巻き状をなし、該 1 組の偏光素子の他方は、その光の透過容易軸または光の吸収軸が左巻きの渦巻き状をなし、

該 1 組の偏光素子の一方の光の透過容易軸または光の吸収軸と、該 1 組の偏光素子の他方の光の透過容易軸または光の吸収軸とは直交している液晶表示装置。

【請求項 10】 それぞれ複数の偏光素子を有する上下一対の偏光板の間に液晶層を挟み込んでなり、該上偏光板の偏光素子と該下偏光板の偏光素子とが液晶層を介して対向する構造を備えた液晶表示装置であって、該液晶層を介して対向する、該上偏光板の偏光素子と下偏光板の偏光素子とは、両者間でその軸方向が互いに直交する曲線形状の光の透過容易軸または光の吸収軸を有しており、

該液晶層の、上偏光板の偏光素子と下偏光板の偏光素子とで挟まれた部分では、その液晶分子が少なくとも一方の偏光板上で一定方向に配向している液晶表示装置。

【請求項 11】 請求項 10 記載の液晶表示装置において、

前記液晶層は、液晶の配向状態が TN モード、STN モード、ECB モード、または  $\pi$  セルモードである液晶表

示装置。

【請求項 1 2】 請求項 1 0 記載の液晶表示装置において、

前記液晶層は、複数の液晶領域に区分され、該各液晶領域が仕切り壁により囲まれている構造を有する液晶表示装置。

【請求項 1 3】 請求項 1 2 記載の液晶表示装置において、

前記仕切り壁は、高分子材料から構成されている液晶表示装置。

【請求項 1 4】 請求項 1 2 記載の液晶表示装置において、

前記液晶領域は、表示画面を構成する各絵素に略対応している液晶表示装置。

【請求項 1 5】 それぞれ複数の偏光素子を有する上下一对の偏光板の間に液晶層を挟み込んでなり、該上偏光板の偏光素子と該下偏光板の偏光素子とが液晶層を介して対向する構造を備えた液晶表示装置であって、該液晶層を介して対向する、該上偏光板の偏光素子と下偏光板の偏光素子とは、両者間でその軸方向が互いに直交する曲線形状の光の透過容易軸または光の吸収軸を有しており、

該液晶層の、上偏光板の偏光素子と下偏光板の偏光素子とで挟まれた部分では、その液晶分子の配向方向がランダムであり、

該液晶層は、これを複数の液晶領域に仕切る仕切り壁のない構造となっている液晶表示装置。

【請求項 1 6】 請求項 1 5 記載の液晶表示装置において、

液晶による画像表示は、ノンラビングTNモード、又は、球晶構造を有する配向膜を利用するモードで行われる液晶表示装置。

【請求項 1 7】 それぞれ複数の偏光素子を有する上下一对の偏光板の間に液晶層を挟み込んでなり、該上偏光板の偏光素子と該下偏光板の偏光素子とが液晶層を介して対向する構造を備えた液晶表示装置であって、該液晶層を介して対向する、該上偏光板の偏光素子と下偏光板の偏光素子とは、両者間でその軸方向が互いに直交する曲線形状の光の透過容易軸または光の吸収軸を有しており、

該液晶層の、上偏光板の偏光素子と下偏光板の偏光素子とで挟まれた部分では、液晶分子の主軸が、入射光に対する偏光作用が一平面内のあらゆる方向に対して等価となる軸対称状をなしており、

該液晶層は、複数の液晶領域に区分され、該各液晶領域が仕切り壁により囲まれている構造を有し、

該両軸対称偏光板は、その構成材料として少なくとも光学異方性を有する液晶性高分子を含有する液晶表示装置。

【請求項 1 8】 請求項 1 7 記載の液晶表示装置において、

て、

前記仕切り壁は、高分子材料から構成されている液晶表示装置。

【請求項 1 9】 請求項 1 7 記載の液晶表示装置において、

前記液晶層の、上下の偏光素子で挟まれた部分では、前記上偏光板及び下偏光板上で液晶分子の主軸が渦巻き状をなす液晶表示装置。

【請求項 2 0】 請求項 1 7 または 1 9 記載の液晶表示装置において、

前記液晶層の、上下の偏光素子で挟まれた部分では、前記上側及び下側の偏光素子の光の透過容易軸方向または吸収軸方向が、この部分の液晶分子の上偏光板及び下偏光板上での配向方向と一致している液晶表示装置。

【請求項 2 1】 その光の吸収軸が、その入射光に対する光透過あるいは光吸収作用が一平面内のあらゆる方向に対して等価となる軸対称状をなす部分を有する上下一对の軸対称偏光板の間に、液晶層を挟み込んでなる構造を有する液晶表示装置であって、該上下の軸対称偏光板は、その光の吸収軸が直交するよう構成されており、

該両軸対称偏光板の一方の光の吸収軸と該液晶層の液晶分子の主軸方向とが一致しており、

該両軸対称偏光板は、その構成材料として少なくとも光学異方性を有する液晶性高分子を含有する液晶表示装置。

【請求項 2 2】 請求項 2 1 記載の液晶表示装置において、

前記軸対称偏光板を構成する高分子層は、その一部として2色性色素を含有している液晶表示装置。

【請求項 2 3】 請求項 2 1 記載の液晶表示装置において、

前記上下の軸対称偏光板の一方の光の吸収軸は右巻きの渦巻き状をなし、その他方の光の吸収軸は左巻きの渦巻き状をなす液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、軸対称偏光板及びその製造方法、並びに液晶表示装置に関し、特に、光の透過容易軸または光の吸収軸を、その入射光に対する光透過あるいは光吸収作用が一平面内のあらゆる方向に対して均一になる軸対称状に配向した軸対称偏光板、及びこのような軸対称偏光板を簡単に作製する方法に関するものである。

【0002】また本発明は、上記のような軸対称偏光板と液晶層の配向状態との組み合わせにより、視角特性を全方向で完全に等しくして、表示画像を見やすくした液晶表示装置に関するものである。

【0003】

【従来の技術】このような液晶表示装置は、具体的に

は、ワードプロセッサやパーソナルコンピュータなどの個人用表示装置はもちろんのこと、携帯情報端末などの多人数で使用する、特に2～4人で机上で囲んで使用するような装置などに適用でき、反射型液晶素子としても、さらに携帯可能な表示素子としても使用できるものであり、現在その開発が進められている。

【0004】以下、まず、液晶表示装置における視角特性の改善の原理について図24を用いて説明する。

【0005】図24(a)～(c)は液晶分子を2方向に配向させた液晶セルの配向状態の変化、図24(d)～(f)は通常のTNモードの液晶セルの配向状態の変化を示している。

【0006】図において、11は、対向する上下の基板2、1間に形成された、1つの絵素に対応する液晶セルで、初期配向状態にて液晶分子9の配向方向が異なる2つの領域(液晶ドメイン)8a、8bを有しており、該液晶セル11は高分子等からなる仕切り壁7により囲まれている。なお10は上記両液晶ドメイン8a、8bの境界である。また12は、対向する一対の基板1、2間に形成された、1つの絵素に対応する通常のTNモードの液晶セルで、その液晶分子13は、該液晶セル内では同一の配向方向となっている。またこれらの液晶セルについては、上記上基板2及び下基板1側に、その偏光軸が互いに直交するよう上側及び下側偏光板(図示せず)が設けられている。

【0007】液晶の配向状態を改善して、液晶表示素子の視角特性を改良するためには、図24(a)～(c)に示すように、絵素に対応する液晶セル内に、液晶分子の配向方向の異なる領域を2つ以上設定する必要である。

【0008】このような液晶セル11では、中間調状態、つまり電圧印加により液晶分子が水平配向状態から垂直配向状態に変化する途中の状態では、図24(b)に示すようにA、B両方向に対する光の透過率が平均化されて、A、B両方向におけるコントラストが等しくなり、視角特性が図24(e)に示すTNモードの液晶セル12の中間調状態のものに比べて改善される。

【0009】しかし、これらの素子(液晶セル)11、12においても、飽和電圧印加状態(図24(c)、(f))では、液晶分子9、13が電場に沿って配向しており、初期配向が両者で異なるにも拘わらず、同様な配向状態になっている。この飽和電圧印加状態においては、液晶表示素子の正面に対して傾斜した方向での光学特性は、上記上下の偏光板の視角特性と、液晶層を光が傾め方向に通過することにより生じるリタデーションに伴う楕円偏光成分による光漏れとの相乗効果により、該上下の各偏光板の偏光軸から45°方向に視角特性の比較的弱い領域が発生してくる。また、液晶セル11内に配向状態の異なる2つの領域を有する構造の液晶表示素子においても、素子自身に視角に対して異方性が残って

おり全方向視角特性はもっていない。

【0010】すなわち、上下の各偏光板の偏光軸から45°方向に視角特性の比較的弱い領域が発生するという問題は、偏光板の偏光軸が液晶セル全体で特定の方向に設定されているために発生している。

【0011】次に、広視角モードを実現した従来の液晶表示装置の具体例について説明する。

【0012】(1)液晶セル内に高分子壁を有する液晶素子を用い、液晶の複屈折を利用して、透明状態または白濁状態を電氣的にコントロールする方法が提案されている。この方法では、基本的に液晶分子の常光屈折率と液晶の支持媒体の屈折率とをこれらが一致するように設定している。そして、電圧の印加時には、液晶分子の配向が揃うことにより透明状態が表示され、電圧無印加時には、液晶分子の配向の乱れにより光散乱状態が表示される。

【0013】具体的に提案されている方法としては、特表昭61-502128号公報に開示されているように、液晶と光硬化性又は熱硬化性樹脂とを混合し、その後、樹脂を硬化することにより液晶を析出させ、樹脂中に液晶滴を形成させる方法がある。この方法は、偏光板を必要とせず、しかも液晶の配向処理を不要とできるものである。

【0014】さらに、該液晶素子と互いに直交する偏光板とを組み合わせた広視野角モードが特開平4-338923号公報、及び特開平4-212928号公報に開示されている。

【0015】上記特開平4-338923号公報には、液晶セルにおける液晶層を、第1の液晶と、その中に分散された液晶カプセルに封入された第2の液晶とから構成し、液晶セルの両側に偏光軸が直交する偏光板を配置した液晶表示装置が開示されている。ここで、上記液晶セルと一方の偏光板との間には、座ぶとん型の屈折率異方性フィルムが設けられている。この液晶表示装置では、液晶カプセル内の液晶分子の光散乱と非散乱とのスイッチングにより表示動作が行われ、視角依存性がほとんど生じないようになっている。

【0016】また、特開平4-212928号公報には、液晶表示装置において、その液晶パネルを、電圧無印加時には液晶分子の配列が無秩序となって入射光が散乱され、電圧印加時には入射光をそのまま透過させる方向に液晶分子が配向するよう構成したものが開示されている。ここで、液晶パネルの両側には偏光方向が直交する一対の偏光板が配置され、該液晶パネルと一方の偏光板との間には、円形座ぶとん型の光学異方性を有するフィルムが設けられている。

【0017】(2)偏光板を有する非散乱型の液晶セルの視角特性を改善する方法として、特開平5-27242号公報には、液晶と光硬化性樹脂との混合物からの分離により、液晶セルにおける液晶層として液晶と高分

子材料の複合材料層を作成する方法が開示されている。この方法では、生成した高分子体により液晶ドメインの配向状態がランダム状態になり、電圧印加時に個々のドメインで液晶分子の立ち上がる方向は異なるようになる。このために、各方向から見た見かけ上の屈折率が等しくなり、中間調状態での視角特性が改善される。

【0018】(3) 最近、本件発明者らは、視角特性が著しく改善された液晶表示素子を出願している(特開平6-301015号公報参照)。この液晶表示素子では、光重合時にホトマスクなどにより照射光の強度を制御することにより、液晶分子が絵素領域内で全方向均一な配向状態(渦巻状など)となるようにしている。また、このような渦巻き状配向状態の液晶分子は、電圧印加により制御することにより、様々な方位の配向をもつ液晶領域にてTN(ツイステッドネマティック)モードにおける液晶分子と同様な動作をする。これにより視角特性が著しく改善される。

【0019】(4) さらに、本件出願人は、液晶表示素子において、配向膜を結晶性高分子膜から構成して球晶またはそれに近い結晶構造を有するものとし、液晶層に及ぶ軸対称な配向規制力を生かした広視角表示モードを実現したものを出願している(特願平5-96289号)。

【0020】(5) 特開平6-194655号公報には、基板上に塗布された配向膜を、ラビングなどの配向処理を施していない構造として、液晶分子をランダム方向に配向させる方法が開示されている。

【0021】(6) 特開平6-265902号公報(スタンレー電気株式会社)には、液晶セルの一方側の基板には、各絵素ごとに液晶分子の配向状態が同心円状となるよう配向処理を施し、液晶セルの他方側の基板には、液晶分子の配向状態が放射状となるよう配向処理を施した液晶表示装置が開示されている。この液晶表示装置では、印加電圧に対する液晶分子の立ち上がり状態は、全方位対称となり、液晶表示画面をどの方向から見ても同じ表示品位が得られる。この公報記載の技術は、確かに視角特性の向上につながるものであるが、偏光軸が互いに直交した2枚一組の偏光板を使用する液晶表示素子を前提としており、飽和電圧印加状態では、液晶分子が電場に沿って配向するため、偏光板の偏光軸から45°方向に視角特性の比較的弱い領域が発生するという視角特性の異方性を有している。

【0022】次に、軸対称偏光板と軸対称液晶配向との組み合わせにより視角特性を改善した液晶表示装置について説明する。

【0023】偏光軸を軸対称状に配置する方法として、特開昭60-256120号公報には、回転ラビングした基板上に2色性染料を含浸させる方法が、また、特開平6-324337号公報には、基板上に同心円状、放射状の無数の細溝を作成し、細溝に沿って2色性染料を

吸着又は含浸させる方法が開示されている。

【0024】ところが、これらの方法では、吸着、含浸などにより2色性染料の配向を規制する能力は低く、偏光板としてのコントラストが低い。

【0025】さらに、特開平6-324337号公報には、上記のような軸対称偏光板を兼ねる基板の表面上に同心円状、あるいは放射状に細溝を形成し、細溝に沿って液晶分子を配向させる方法が開示されている。

【0026】しかし、この方法では、液晶を配向させる規制力が、通常のラビング法に比べて弱く、電圧駆動によって配向状態が変化する恐れがある。またこの方法では、リソグラフィにより細溝を形成しているため、プレチルトを制御することが難しく、絵素周辺に形成されるディスクリネーション(光の漏れ)を抑制することができない。

【0027】次に、位相差板による45°方向の視角特性の改善について説明する。

【0028】偏光板の偏光軸から45°方向の視角特性が悪くなる原因は、この方向では、電圧印加により液晶セルに対して液晶分子が垂直配向した液晶層を透過した光が楕円偏光として観測されるためである。

【0029】つまり、液晶分子が屈折率異方性を有するために、液晶セルの表面に対して斜め方向に進行する透過光は、垂直配向した液晶分子の屈折率楕円体を斜めに横切る。また、このような透過光のうち偏光板の偏光軸から45°方向に進行する光線については、その光軸を法線とする、該屈折率楕円体の中心を通る平面と該屈折率楕円体との交線である楕円の主軸が、液晶セル表面上において偏光板の偏光軸方向と一致しない。しかも、この楕円の長径および短径方向の光の波動としての速度が異なる。このため、偏光板の偏光軸から45°方向では、入射側の偏光板を透過して直線偏光となった入射光は、液晶層を透過する際に楕円偏光となって、出射側の偏光板に達する。この結果、透過光には出射側の偏光板の偏光軸方向の偏光成分が含まれることとなり、光の漏れが発生する。

【0030】そのため、電圧印加時の液晶分子の複屈折(屈折率異方性)を緩和するために、負のざぶとん型の位相差板を、液晶層と偏光板との間等に配置することが特開平4-212928号公報に開示されている。

【0031】しかし、この方法では、液晶分子の複屈折を緩和するために、液晶分子の長軸方向(z方向)と、短軸方向(x, y方向)の屈折率の差を大きくした場合、電圧OFF時の視角特性で着色が見られ実用的でない。

【0032】また、前記複屈折を小さくした場合、視角特性を改善する効果は小さい。

【0033】

【発明が解決しようとする課題】ところが、上述した従来の技術では以下のような問題がある。

【0034】(1) 各絵素ごとに光の透過容易軸または吸収軸が軸対称状(同心円状、放射状、又は渦巻き状)になるよう構成した軸対称偏光板では、2色性染料の配向規制力が低く、そのコントラストが低いという問題がある。

【0035】また、従来の軸対称偏光板では、上下に異なった配向状態の偏光素子が必要であり製造コストが高つくという問題がある。

【0036】(2) 各絵素に同心円状、放射状の細溝を作成し、細溝に沿って液晶分子を配向させた液晶表示素子では、プレチルト角を制御することができず、電圧印加時に隣接する絵素間にディスクリネーションラインが発生し、コントラストの低下を引き起こすという問題があった。

【0037】(3) さらに、上記液晶表示素子では、外圧に弱く、その表示画面を押すと表示むらが生じ、ペン入力素子として使用しにくいという問題があった。

【0038】本発明は上記のような問題点を解決するためになされたもので、高コントラストであり、しかも熱的に安定にかつ簡単に作製することができる軸対称偏光板及びその製造方法を得ることを目的とする。

【0039】また、本発明は、ディスクリネーションラインを発生させずに、視角特性を改善することができる液晶表示装置を得ることを目的とする。

【0040】また、本発明は、全方位均一な表示特性を実現できる液晶表示装置を得ることを目的とする。

【0041】

【課題を解決するための手段】この発明(請求項1)に係る軸対称偏光板は、光の透過容易軸または光の吸収軸が、その入射光に対する光透過あるいは光吸収作用が一平面内のあらゆる方向に対して等価となる軸対称状をなす部分を複数有するものであって、その構成材料として、少なくとも液晶性高分子と2色性染料とを含んでいる。そのことにより上記目的が達成される。なお、本願において、軸対称状とは、点対称な平面形状であって、その形状を中心点の回りに回転させたとき、所要の回転角度あるいはその近傍で元の形状と重ね合わせることができる形状をいう。

【0042】この発明(請求項2)に係る軸対称偏光板は、請求項1記載の軸対称偏光板において、該光の透過容易軸または光の吸収軸が前記軸対称状をなす部分が、1つの偏光素子を構成しており、該各偏光素子が、画像表示画面を構成する1つの絵素に対応しているものである。

【0043】この発明(請求項3)は、請求項1記載の軸対称偏光板において、該光の透過容易軸または光の吸収軸が前記軸対称状をなす部分が、1つの偏光素子を構成しており、該各偏光素子が、画像表示画面を構成する複数の絵素に対応しているものである。

【0044】この発明(請求項4)は、請求項1記載の

軸対称偏光板において、該光の透過容易軸または光の吸収軸が前記軸対称状をなす部分が、1つの偏光素子を構成しており、画像表示画面を構成する絵素の各々には、複数の偏光素子が対応しているものである。

【0045】この発明(請求項5)に係る軸対称偏光板の製造方法は、光の透過容易軸または光の吸収軸が、その入射光に対する光透過あるいは光吸収作用が一平面内のあらゆる方向に対して等価となる部分を有する軸対称偏光板を製造する方法である。該軸対称偏光板の製造方法は、対向して配置される一対の基板の少なくとも一方の表面に、複数の細溝をこれらが該軸対称状をなすよう形成する工程と、対向して配置した該一対の基板間に重合性液晶材料と2色性染料を少なくとも含む混合物を注入し、該細溝に沿って重合性液晶材料を配向させる工程と、該重合性液晶材料の配向状態にて該重合性液晶材料の硬化を行う工程とを含むものである。そのことにより上記目的が達成される。

【0046】この発明(請求項6)に係る軸対称偏光板の製造方法は、光の透過容易軸または光の吸収軸が、その入射光に対する光透過あるいは光吸収作用が一平面内のあらゆる方向に対して等価となる軸対称状をなす部分を有する軸対称偏光板を製造する方法である。該軸対称偏光板の製造方法は、その内面側に電極を有する一対の基板の少なくとも一方の内面上に、該内面上を複数の領域に区分する仕切り壁を形成する工程と、該一対の基板間に、少なくとも重合性液晶材料と2色性染料を含む混合物を注入する工程と、該一対の基板の電極間への電圧印加により該重合性液晶材料を、光の透過容易軸または光の吸収軸が該軸対称状をなすよう配向させる工程と、該重合性液晶材料の配向状態にて該重合性液晶材料の硬化を行う工程とを含むものである。

【0047】この発明(請求項7)に係る液晶表示装置は、請求項1記載の軸対称偏光板を液晶層の上側及び下側に配設してなる構造を有するものである。該上側及び下側の軸対称偏光板の、光の透過容易軸または光の吸収軸が前記軸対称状をなす部分は、1つの偏光素子を構成しており、該上側及び下側の軸対称偏光板の、該液晶層を介して対向する1組の偏光素子では、その液晶性高分子の配向状態が同一であり、該両軸対称偏光板の一方に含まれる2色性染料はp型であり、その他方に含まれる2色性染料はn型である。そのことにより上記目的が達成される。

【0048】この発明(請求項8)に係る液晶表示装置は、請求項1記載の軸対称偏光板を液晶層の上側及び下側に配設してなる構造を有するものである。該上側及び下側の軸対称偏光板の、光の透過容易軸または光の吸収軸が前記軸対称状をなす部分は、1つの偏光素子を構成しており、該両軸対称偏光板の、液晶層を介して対向する1組の偏光素子の一方は、その光の透過容易軸または光の吸収軸が同心円状をなし、該1組の偏光素子の他方

は、その光の透過容易軸または光の吸収軸が放射状をなしている。そのことにより上記目的が達成される。

【0049】この発明（請求項9）に係る液晶表示装置は、請求項1記載の軸対称偏光板を液晶層の上側及び下側に配設してなる構造を有するものである。該上側及び下側の軸対称偏光板の、光の透過容易軸または光の吸収軸が前記軸対称状をなす部分は、1つの偏光素子を構成しており、該両軸対称偏光板の、液晶層を介して対向する1組の偏光素子の一方は、その光の透過容易軸または光の吸収軸が右巻きの渦巻き状をなし、該1組の偏光素子の他方は、その光の透過容易軸または光の吸収軸が左巻きの渦巻き状をなし、該1組の偏光素子の一方の光の透過容易軸または光の吸収軸と、該1組の偏光素子の他方の光の透過容易軸または光の吸収軸とは直交している。

【0050】この発明（請求項10）に係る液晶表示装置は、それぞれ複数の偏光素子を有する上下一対の偏光板の間に液晶層を挟み込んでなり、該上偏光板の偏光素子と該下偏光板の偏光素子とが液晶層を介して対向する構造を備えたものである。該液晶層を介して対向する、該上偏光板の偏光素子と下偏光板の偏光素子とは、両者間でその軸方向が互いに直交する曲線形状の光の透過容易軸または光の吸収軸を有しており、該液晶層の、上偏光板の偏光素子と下偏光板の偏光素子とで挟まれた部分では、その液晶分子が少なくとも一方の偏光板上で一定方向に配向している。そのことにより上記目的が達成される。

【0051】この発明（請求項11）は請求項10記載の液晶表示装置において、前記液晶層における液晶の配向状態を、TNモード、STNモード、ECBモード、または $\pi$ セルモードとしたものである。

【0052】この発明（請求項12）は、上記請求項10記載の液晶表示装置において、前記液晶層を、複数の液晶領域に区分され、該各液晶領域が仕切り壁により囲まれている構造としたものである。

【0053】この発明（請求項13）は、請求項12記載の液晶表示装置において、前記仕切り壁を高分子材料から構成したものである。

【0054】この発明（請求項14）は、請求項12記載の液晶表示装置において、前記液晶領域を、表示画面を構成する各絵素に略対応させたものである。

【0055】この発明（請求項15）に係る液晶表示装置は、それぞれ複数の偏光素子を有する上下一対の偏光板の間に液晶層を挟み込んでなり、該上偏光板の偏光素子と該下偏光板の偏光素子とが液晶層を介して対向する構造を有している。該液晶層を介して対向する、該上偏光板の偏光素子と下偏光板の偏光素子とは、両者間でその軸方向が互いに直交する曲線形状の光の透過容易軸または光の吸収軸を有しており、該液晶層の、上偏光板の偏光素子と下偏光板の偏光素子とで挟まれた部分では、

その液晶分子の配向方向がランダムであり、該液晶層は、これを複数の液晶領域に仕切る仕切り壁のない構造となっている。そのことにより上記目的が達成される。

【0056】この発明（請求項16）は、請求項15記載の液晶表示装置において、液晶による画像表示を、ノンラビングTNモード、又は、球晶構造を有する配向膜を利用するモードで行うようにしたものである。

【0057】この発明（請求項17）に係る液晶表示装置は、それぞれ複数の偏光素子を有する上下一対の偏光板の間に液晶層を挟み込んでなり、該上偏光板の偏光素子と該下偏光板の偏光素子とが液晶層を介して対向する構造を備えている。該液晶層を介して対向する、該上偏光板の偏光素子と下偏光板の偏光素子とは、両者間でその軸方向が互いに直交する曲線形状の光の透過容易軸または光の吸収軸を有しており、該液晶層の、上偏光板の偏光素子と下偏光板の偏光素子とで挟まれた部分では、液晶分子の主軸が、入射光に対する偏光作用が一平面内のあらゆる方向に対して等価となる軸対称状をなしており、該液晶層は、複数の液晶領域に区分され、該各液晶領域が仕切り壁により囲まれている構造を有し、該両軸対称偏光板は、その構成材料として少なくとも光学異方性を含有している。そのことにより上記目的が達成される。

【0058】この発明（請求項18）は、請求項17記載の液晶表示装置において、前記仕切り壁を高分子材料から構成したものである。

【0059】この発明（請求項19）は、請求項17記載の液晶表示装置において、前記液晶層の上下の偏光素子で挟まれた部分では、前記上偏光板及び下偏光板上で液晶分子の主軸が渦巻き状をなすものである。

【0060】この発明（請求項20）は、請求項17または19記載の液晶表示装置において、前記液晶層の、上下の偏光素子で挟まれて部分では、前記上側及び下側の偏光素子の光の透過容易軸方向または吸収軸方向が、この部分の液晶分子の上偏光板及び下偏光板上での配向方向と一致しているものである。

【0061】この発明（請求項21）に係る液晶表示装置は、その光の吸収軸が、その入射光に対する光透過あるいは光吸収作用が一平面内のあらゆる方向に対して等価となる軸対称状をなす部分を有する上下一対の軸対称偏光板の間に、液晶層を挟み込んでなる構造を有している。該上下の軸対称偏光板は、その光の吸収軸が直交するよう構成されており、該両軸対称偏光板の一方の光の吸収軸と該液晶層の液晶分子の主軸方向とが一致しており、該両軸対称偏光板は、その構成材料として少なくとも光学異方性を有する液晶性高分子を含有している。そのことにより上記目的が達成される。

【0062】この発明（請求項22）は、請求項21記載の液晶表示装置において、前記軸対称偏光板を構成する高分子層が、その一部として2色性色素を含有してい



るものである。

【0063】この発明（請求項23）は、請求項21記載の液晶表示装置において、前記上下の軸対称偏光板の一方の光の吸収軸が右巻きの渦巻き状をなし、その他方の光の吸収軸が左巻きの渦巻き状をなすものである。

【0064】以下作用について説明する。

【0065】この発明（請求項1）においては、光の透過容易軸または光の吸収軸が、その入射光に対する光透過あるいは光吸収作用が一平面内のあらゆる方向に対して等価となる軸対称状をなす部分を複数有する軸対称偏光板を、その構成材料として液晶性高分子と2色性染料とを含む構造としたから、液晶性高分子の重合反応により高分子領域中に2色性染料を固定することができ、上記光の透過容易軸または光の吸収軸が軸対称状をなす部分として、熱的にも安定な偏光素子を形成することができる。

【0066】この発明（請求項2）においては、請求項1記載の軸対称偏光板において、該光の透過容易軸または光の吸収軸が前記軸対称状をなす部分は、1つの偏光素子を構成しており、該各偏光素子は、画像表示画面を構成する1つの絵素に対応させているので、絵素からの光に対して効率よく偏光作用がなされる。

【0067】この発明（請求項3）においては、請求項1記載の軸対称偏光板において、該光の透過容易軸または光の吸収軸が前記軸対称状をなす部分を、1つの偏光素子として、画像表示画面を構成する複数の絵素に対応させているので、絵素数に対して偏光素子の数を少なくできる。

【0068】この発明（請求項4）においては、請求項1記載の軸対称偏光板において、該光の透過容易軸または光の吸収軸が前記軸対称状をなす部分を、1つの偏光素子とし、画像表示画面を構成する絵素の各々には、複数の偏光素子に対応させているため、絵素に対して偏光素子を小さくでき、個々の偏光素子における偏光軸の配向規制力を高めることができる。

【0069】この発明（請求項5）においては、対向して配置される一対の基板の少なくとも一方の表面に、複数の細溝をこれらが、渦巻き状、同心円状、あるいは放射状等の軸対称状をなすよう形成し、該両基板間に重合性液晶材料と2色性染料を少なくとも含む混合物を注入し、該細溝に沿って重合性液晶材料を配向させ、この状態で該重合性液晶材料の硬化を行うようにしたので、コントラストが高く安定な軸対称偏光板を簡単に製造することができる。

【0070】この発明（請求項6）においては、その内面側に電極を有する一対の基板の少なくとも一方の内面上に、該内面上を複数の領域に区分する仕切り壁を形成し、該一対の基板間に、重合性液晶材料と2色性染料を含む混合物を注入した後、該一対の基板の電極間への電圧印加により、該重合性液晶材料を、その液晶分子の主

軸が、渦巻き状、同心円状、あるいは放射状等の軸対称状をなすよう配向させ、この配向状態にて該重合性液晶材料の硬化を行うようにしたので、コントラストが高く安定な軸対称偏光板を簡単に製造することができる。

【0071】この発明（請求項7）においては、請求項1記載の軸対称偏光板として、液晶層の一方側にp型の2色性染料を含むものを、その他方側にn型の2色性染料を含むものを配置したので、上下の軸対称偏光板の液晶性高分子を同一の配向状態として、上下の軸対称偏光板の光の透過容易軸または光の吸収軸が直交した液晶表示装置を簡単に製造することができる。

【0072】この発明（請求項8）においては、請求項1記載の軸対称偏光板として、液晶層の一方側に、光の透過容易軸または光の吸収軸が同心円状をなすものを、その他方側に光の透過容易軸または光の吸収軸が放射状をなすものを配置したので、上下の軸対称偏光板の光の透過容易軸または光の吸収軸が直交した液晶表示装置を得ることができる。

【0073】この発明（請求項9）においては、請求項1記載の軸対称偏光板として、液晶層の一方側に、光の透過容易軸または光の吸収軸が右巻きの渦巻き状をなすものを、その他方側に、光の透過容易軸または光の吸収軸が左巻きの渦巻き状をなすものを配置したので、上下の軸対称偏光板の光の透過容易軸または光の吸収軸が直交した液晶表示装置を得ることができる。

【0074】この発明（請求項10）においては、一対の基板間に挟持された、一方の基板側で液晶分子が直線配向した液晶セルを、光の透過容易軸または光の吸収軸が互いに直交する曲線形状となっている上下一対の偏光素子と組み合わせたので、ディスクリネーションラインを発生させずに視角特性を改善できる。

【0075】この発明（請求項11）においては、請求項10記載の液晶表示装置において、前記液晶層は、液晶の配向状態がTNモード、STNモード、ECBモード、または $\pi$ セルモードとしたので、それぞれの配向モードの液晶について視角特性を改善できる。

【0076】この発明（請求項12）においては、請求項10記載の液晶表示装置において、前記液晶層を、複数の液晶領域に区分され、該各液晶領域が仕切り壁により囲まれている構造としたので、液晶層が該仕切り壁により補強されることとなり、液晶表示装置の表示部分が外圧に対して強いものとなる。

【0077】この発明（請求項13）においては、前記仕切り壁を高分子材料から構成したので、仕切り壁を液晶性高分子の相分離等により簡単に形成できる。

【0078】この発明（請求項14）においては、請求項12記載の液晶表示装置において、前記液晶領域は、表示画面を構成する各絵素に略対応させているため、仕切り壁が液晶表示の妨げとなることがない。

【0079】この発明（請求項15）においては、液晶



(9)

分子がランダム配向した液晶セルを、光の透過容易軸または光の吸収軸が互いに直交する曲線形状となっている上下一対の偏光素子と組み合わせたので、視角特性を改善できる。また、該液晶層を、これを複数の液晶領域に仕切る仕切り壁のない構造としているため、製造プロセスが簡単になる。

【0080】この発明（請求項16）においては、請求項15記載の液晶表示装置において、液晶による画像表示を、ノンラビングTNモード、又は、球晶構造を有する配向膜を利用するモードで行うので、液晶の配向処理が不要となる。

【0081】この発明（請求項17）においては、その入射光に対する光透過あるいは光吸収作用が一平面内のあらゆる方向に対して等価となる軸対称状に液晶分子が配向した液晶セルを、光の透過容易軸または光の吸収軸が互いに直交する曲線形状となっている上下一対の偏光素子と組み合わせたので、視角特性が全方位均一な表示を行うことができる。

【0082】また、該液晶層を、複数の液晶領域に区分され、該各液晶領域が仕切り壁により囲まれている構造としているため、液晶層が該仕切り壁により補強されることとなり、液晶表示装置の表示部分が外圧に対して強いものとなる。

【0083】この発明（請求項18）においては、請求項17記載の液晶表示装置において、前記仕切り壁を高分子材料から構成しているため、高分子の相分離等により仕切り壁を簡単に形成できる。

【0084】この発明（請求項19）においては、請求項17記載の液晶表示装置において、前記液晶層の上下の偏光素子に対応する部分では、前記上偏光板及び下偏光板上で液晶分子をその主軸が渦巻き状をなすよう配向しているため、液晶の配向処理を上下の基板に対して同一のプロセスにより行うことができる。

【0085】この発明（請求項20）においては、請求項17または19記載の液晶表示装置において、前記液晶層の上下の偏光素子に対応する部分では、上側及び下側の偏光素子の光の透過容易軸方向または吸収軸方向を、この部分の液晶分子の上偏光板及び下偏光板上での配向方向と一致させているため、表示画面正面の明るさ、駆動電圧などの表示特性が改善される。

【0086】この発明（請求項21）においては、その光の吸収軸が、その入射光に対する光吸収作用が一平面内のあらゆる方向に対して等価となる軸対称状をなす部分を有する上下一対の軸対称偏光板と、該上下の軸対称偏光板間に位置する液晶層とを備え、該液晶層をその液晶分子の主軸が液晶層を挟持する基板側で軸対称偏光板の偏光軸と一致する構造としているため、コントラストをより向上させることができる。しかも軸対称偏光板を、光学異方性を有する液晶性高分子を含有する構造とを、光学異方性を有する液晶性高分子の配向処理しているため、偏光軸の配向を液晶性高分子の配向処理

と重合反応により簡単に行うことができる。

【0087】この発明（請求項22）においては、請求項21に記載の液晶表示装置において、前記軸対称偏光板を構成する液晶性高分子層を、その一部として2色性色素を含有するものとしているため、液晶性高分子の重合反応により、2色性染料が高分子領域中に固定された液晶セルを簡単に形成できる。

【0088】この発明（請求項23）においては、請求項21記載の液晶表示装置において、前記上下の軸対称偏光板の一方をその光の吸収軸が右巻きの渦巻き状をなす構造とし、その他方をその光の吸収軸が左巻きの渦巻き状をなす構造としたので、軸対称偏光板の偏光軸の配向処理を簡単に行うことができる。

【0089】

【発明の実施の形態】まず、本発明の基本原理について説明する。

【0090】1) 軸対称偏光板の安定性について  
本発明では、軸対称偏光板をその構成材料として重合性液晶材料を含む構成とすることにより、重合性液晶材料の重合反応により形成される高分子構造（マトリックス）中に2色染料を固定することができ、極めて偏光軸の配向状態が安定な軸対称偏光板を得ることができる。

【0091】2) 軸対称偏光板と、直線配向した液晶セルとの組み合わせについて

従来、例えば、TNモード、STNモード、ECBモードなどの基板上で直線配向している液晶素子では、視角特性に問題を有していたが、このような液晶素子を軸対称偏光板と組み合わせることにより、ディスクリネーションラインを発生させずに、視角特性を改良することができる。

【0092】特に、STNモードでは、軸対称偏光板自身により色補償をある程度行うことができ、安価な表示素子を提供できる。

【0093】3) 軸対称偏光板と、液晶分子の配向が全方向に渡って均一な状態（軸対称状）となっている液晶素子との組み合わせについて  
基板上で液晶分子が軸対称状に配向している液晶素子と、軸対称偏光板との組み合わせにより、どの方向から見ても視角特性に方向の依存性が現れない液晶表示装置を提供できる。以下、該軸対称偏光板と組み合わせられる液晶表示装置の具体例を示す。

【0094】(a) まず、液晶と光硬化性樹脂との混合物から相分離により、高分子の突起物をセル内に作成し液晶分子の配向を乱すことにより視角特性を改善した液晶表示素子がある。

【0095】(b) また、上記方法に加えて、光重合時にホトマスクなどにより照射光の強度を制御することにより、液晶分子が絵素内で全方向的な配向状態（渦巻き状）となるようにした液晶表示装置がある。このような液晶表示素子では、配向状態の液晶分子を電圧により制

御することにより、渦巻き状配向の液晶分子が、あたかも傘が開いたり閉じたりするような動作をすることとなり、視角特性が著しく改善されたものとなっている。

【0096】(c)さらに、配向膜を結晶性高分子膜から構成して球晶またはそれに近い結晶構造を有するものとし、液晶層に及ぶ軸対称な配向規制力を生かした広視角表示モードを実現した液晶表示素子がある。

【0097】(d)また、基板上に塗布された配向膜を、ラビングなどの配向処理を施していない構造として、液晶分子をランダム方向に配向させることにより、視角特性を改善した液晶表示素子がある。

【0098】このような軸対称偏光板と液晶表示素子との組み合わせにおいて、特に、基板上の液晶分子の配向方向と偏光板の軸方向が一致した場合、表示画面正面の明るさ、駆動電圧などの表示特性が改善される。

【0099】以下、本発明の実施の形態について説明する。

【0100】(実施の形態1)図1は本発明の第1の実施の形態による軸対称偏光板を説明するための斜視図であり、図において、100は本実施の形態の軸対称偏光板で、光の透過容易軸または光の吸収軸（以下、偏光軸とも言う。）101aが、その入射光に対する光透過あるいは光吸収作用が一平面内のあらゆる方向に対して等価となる軸対称状をなす部分を、偏光素子101として複数有している。ここで、各偏光素子101では偏光軸101aは右巻きの渦巻き状をなしている。そして、上記軸対称偏光板100はその構成材料として、液晶性高分子と2色性染料とを含んでいる。

【0101】本発明では、上記液晶性高分子としては、熱的な安定性を向上させるために、重合性液晶材料を使用している。重合性液晶材料とは、液晶性の発現が予想されるメソーゲン基と、光りまたは熱で重合可能な重合基を一分子中に合わせ持った化合物のことである。これは、重合前には、ネマチック相などの液晶相を持ち、配向性、電圧応答性などに関して液晶と同様の挙動を示し、重合後は、安定な高分子化合物として使用できるものである。

【0102】本発明では、上記重合性液晶材料中に2色性染料を添加した混合物の分子を軸対称状に配向させ、その後、該配向状態を乱さないように該混合物の重合を行い、2色性染料の分子を、上記配向状態における軸対称性が保持されるよう、重合した液晶性高分子の分子間に固定するようにしている。この方法では、2色性染料の溶媒である高分子材料の重合反応により、2色性染料の分子を固定しているため、2色性染料の分子配向の固定力が強いものとなっている。

【0103】なお、上記2色性染料の分子を固定する方法としては、高分子溶液の中に2色性染料を溶かし込み、結晶性高分子の球晶構造中、又は高分子-高分子の相分離構造体の中に固定する方法も考えられる。

【0104】上記重合性液晶材料及び2色性染料（色素）について若干説明を加えると、まず、本発明で使用する重合性液晶材料とは、その分子が、以下に示すように、重合性部位Aと、連結部Bと、液晶性発揮が期待されるメソーゲン基LCとにより構成された化合物をいう。

【0105】

$A-B-LC_1$  または  $A-B-LC_2-A-B$

これらの化合物中、Aは重合性官能基を示し、 $CH_2=CH-$ 、 $CH_2=CH-COO-$ 、 $CH_2=CH(C H_3)-C O O-$ 、 $CH_2-CH-$ 、 $-N=C=O$ などの不飽和結合を有する官能基、あるいはエポキシ基など歪みを有したヘテロ環構造を有する官能基である。

【0106】上記連結部Bとしては、アルキル基（ $-(CH_2)_n-$ ）、エステル基（ $-COO-$ ）、エーテル基（ $-O-$ ）、ポリエチレングリコール鎖（ $-CH_2CH_2O-$ ）、及びこれらの結合基を組み合わせた官能基を使用することができる。

【0107】さらに、液晶性を発揮させるために重要な働きをするメソーゲン基は、ベンゼン環、シクロヘキサン環、パラジフェニル環、フェニルシクロヘキサン環、ターフェニル環、ジフェニルシクロヘキサン環などの剛直な分子骨格を有した部分に結合している結合体を、誘電率の異方性などを発現させる $-CN$ 、 $-OCH_3$ 、 $-F$ 、 $-Cl$ 、 $-OCF_3$ 、 $-OCCl_3$ などの官能基で部分的に置換した構造のものが使用できる。

【0108】本発明では、特に、重合性液晶材料の分子構造について限定しないが、通常液晶材料として使用されている化合物に重合性官能基を導入することにより、該化合物を重合性液晶材料として使用することができる。

【0109】本発明における液晶性高分子とは、上記液晶材料に重合性官能基を導入してなる化合物を重合して得られる化合物のことであり、重合体自身がある温度において液晶性を示す必要はない。

【0110】また、本発明で使用する2色性染料としては、例えば、メロシアニン系、アントラキノン系、スチリル系、アゾベンゼン系などを使用することができる。

【0111】特に、2色性染料は発色団と重合性の官能基を合わせ持ったものでもよく、この場合、2色性染料の分子内に重合性官能基を有することにより、重合後、軸対称偏光板を構成する液晶性高分子層内に取り込まれる偏光素子の安定性が向上する。

【0112】次に図1に示す軸対称偏光板の製造方法について図2及び図3を用いて説明する。

【0113】図2(a)は軸対称偏光板の製造方法に用いる一対の基板の構造を示す断面図、図2(b)は該基板の平面図、図3(a)は、対向配置した一対の基板間に重合性液晶材料と2色性染料の混合物を注入した状態を示す断面図、図3(b)は、偏光素子を構成する高分

子層を形成した後、一方の基板を剥離した状態を示す図である。

【0114】まず、2つの基板110a, 110bを対向させて配置して、軸対称偏光板を作製するための偏光板作製用セル110を形成する。該両基板の、互いに対向する面には電極膜111が形成されており、一方の基板110aの電極膜111上には、その表面領域を複数の区画領域113に区分する仕切り壁112が形成されている。ここで、上記仕切り壁111は高分子からなるものでも、無機物からなるものでもよく、また上記一对の基板の少なくとも一方に形成してあればよい。

【0115】また上記一对の基板110a, 110bは、少なくとも一方が紫外線を透過するよう、基板自体及び電極膜を、紫外線を透過する材料から構成したものであればよい。

【0116】次に、上記対向するよう配置した一对の基板間に、上記重合性液晶材料と2色性染料の混合物を注入する。

【0117】そして、一区画領域に対して一液晶ドメインが対応するように処理を行い、電圧を印加することにより、区画領域の液晶ドメインを、軸対称配向させる。さらにこの状態から液晶ドメインを成長させ、セルを作製する。

【0118】この配向状態を固定するために、紫外線を透過する基板側から紫外線の照射を行って、重合性液晶材料を硬化させる。この紫外線照射では、重合による液晶分子の配向状態を変化させないように徐々に光反応させるのが好ましい。紫外線強度としては、5mW/cm<sup>2</sup>以下とするのが好ましい。

【0119】上記重合性液晶材料の硬化によりその分子がなす軸対称状の配向状態が固定される。このとき、重合性液晶材料に添加されている2色性染料もマトリックス中に固定されてしまう。これにより、軸対称状に光の吸収軸または透過軸が配列した偏光素子101を複数有する軸対称偏光板100を作製することができる。

【0120】その後は、軸対称偏光板100を基板110bから剥離して使用する(図3(b)参照)。なお、

該一对の基板がともに透光性である場合は、軸対称偏光板100に基板110bを取り付けたままで使用することもできる。

【0121】本実施の形態では、偏光素子の偏光軸の配向状態が渦巻状となるよう、重合性液晶材料にカイラル剤を添加し、その渦巻きの巻く方向を、カイラル剤の光学活性の方向(右巻きか左巻きか)によって決定している。

【0122】なお、本実施の形態では、偏光素子の光の吸収軸または透過軸の配向状態を渦巻き状としているが、上記重合性液晶材料にカイラル剤を添加しない場合、重合性液晶分子がその長軸が同心円状をなすよう配列する。この場合、光の吸収軸を同心円状に配列するには、2色性染料として、吸収軸が液晶分子の長軸に平行となるp型染料を用い、光の吸収軸を放射状に配列するには、吸収軸が液晶分子の長軸配方向に対して垂直方向に向くn型染料を使用することが好ましい。

【0123】(実施の形態1の実施例1)次に上記第1の実施の形態の実施例1について説明する。

【0124】この実施例では、偏光軸が同心円状に配向した軸対称偏光板について説明する。該軸対称偏光板を形成するための一对の基板110a, 110bとして、厚さ1000オングストロームのITO(酸化インジウムおよび酸化スズの混合物)膜を透明電極とする厚さ1.1mmのガラス基板を用いている。そして、一方のガラス基板110a上に、OMR-83(東京応化社製)レジストを用いて、図2に示す仕切り壁112を作製した。また、他方の基板110b上に離形剤を塗布した。このようにして作製した2枚の基板を、5μmのスペーサーによりセル厚を規定して偏光板作製用セルを構成した。次に、混合化合物D(0.10g)、2色性染料S-301(三井東圧染料社製)(0.002g)、光開始剤Irugacure651(0.002g)からなる混合物を均一混合した後、該混合物を該セル中に注入した。該混合化合物Dの組成は下記の表1に示す通りである。

【0125】

【表1】

化合物	重量 %
$\text{CH}_2=\text{CHCOO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}_3\text{H}_7$	40
$\text{CH}_2=\text{CHCOO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}\equiv\text{C}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}_5\text{H}_{11}$	40
$\text{CH}_2=\text{CHCOO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CN}$	20

【0126】そして、一区画領域に対して一液晶ドメインが対応するように処理を行い、電圧を印加することにより、区画領域の液晶ドメインを、軸対称配向させる。さらにこの状態から液晶ドメインを成長させ、セルを作

製する。

【0127】続いて、紫外線ランプを用いて、紫外線強度1.0mW/cm<sup>2</sup>(365nm)でもって、重合性液晶材料を20分間光重合してモノマーを硬化させた。

さらに、150℃で30分間アニールして、最後にセル内に軸対称偏光板110を作成した。そして、離形剤を塗布した基板110bを軸対称偏光板100から剥離した。このとき、重合性液晶材料に添加されている2色性染料も、高分子のマトリックス中に固定されてしまう。このため、軸対称状に光の吸収軸または透過軸が配列した偏光素子を作製することができる。

【0128】このようにして作製した軸対称偏光板100を、偏光方向Xの一軸性偏光板50を一枚使用した偏光顕微鏡で観察したところ、図4(a)、(b)に示すように、軸対称でなおかつ光の吸収軸の配向が同心円状になっていることがわかった。図4(a)、(b)は、上記軸対称偏光板100に対する一軸性偏光板50の配置を示しており、図4(a)に示す配置と図4(b)に示す配置とでは、一軸性偏光板50の、軸対称偏光板100に対する偏光方向Xが90°異なっている。

【0129】ここで、50aは上記軸対称偏光板100の透過光を一軸性偏光板50を介して観測した時に現れる消光領域である。

【0130】図5は軸対称偏光板の1つの偏光素子(区画領域)113での分子配置を概念的に示す図であり、液晶分子51の配向状態が同心円状になっており、該液晶分子51間には、2色性染料の分子52が該液晶分子51の配向方向に沿って位置している。

【0131】(実施の形態1の実施例2)次に上記第1の実施の形態の実施例2について説明する。

【0132】上記実施例1における2色性染料を、n型であるアズレン誘導体混合物に置き換えて、上記実施例1と同様に軸対称偏光板を作製した。ここで作製した偏光板と上記実施例1で作製した偏光板とを対向させて位置合わせし、光の透過状態を観察したところ、黒状態が観測された。つまり該両偏光板により光が完全に遮断されることとなった。従って、本実施例2で作製された軸対称偏光板の光の吸収軸の配向状態は放射状であると推測される。

【0133】(実施の形態2)次に本発明の第2の実施の形態による軸対称偏光板の製造方法について説明する。

【0134】図6(a)は軸対称偏光板の製造方法に用いる一対の基板の構造を示す断面図、図6(b)は該基板の平面図、図6(c)は、対向配置した一対の基板間に重合性液晶材料と2色性染料の混合物を注入した状態を示す断面図である。

【0135】まず、2つの基板210a、210bを対向させて配置して、軸対称偏光板を作製するための偏光板作製用セル210を形成する。該両基板の、互いに対向する面の、所定数の絵素に対応する部分213には、細溝が、これらが同心円状、放射状または渦巻き状などの軸対称状をなすよう形成されている。該細溝が軸対称状をなす部分は、例えば、絵素に対して1つ、2つ、ま

たは3つというように配置することにより、所定数の絵素に対応した偏光素子を形成できる。ここでは、上記細溝を渦巻き状に形成しており、このため該両基板では、細溝のなす渦巻き状は逆向きになっている。また上記一対の基板210a、210bは、少なくとも一方が紫外線を透過するよう、紫外線を透過する材料から構成したものであればよい。なお、上記各偏光素子を形成すべき領域は、図1に示す第1の実施の形態の仕切り壁により囲むようにしてもよいが、ここでは、該仕切り壁は形成していない。

【0136】次に、上記対向するよう配置した一対の基板間に、上記重合性液晶材料と2色性染料の混合物を注入する。このとき重合性液晶の分子は、該基板に形成された細溝に従って配向し、かつ、2色性染料の分子長軸が重合性液晶分子の配向方向に向く。このため、光の透過容易軸または吸収軸が軸対称状をなす偏光素子を複数有する軸対称偏光板200を作成できる。

【0137】そして上記配向状態の構造を固定するために、上記第1の実施の形態と同様にして、上記セル210内の混合物に紫外線を照射する。

【0138】上記重合性液晶材料の硬化によりその分子がなす軸対称状の配向状態が固定される。このとき、重合性液晶材料に添加されている2色性染料もマトリックス中に固定されてしまう。これにより、軸対称状に光の吸収軸または透過軸が配列した偏光素子を複数有する軸対称偏光板200を作製することができる。

【0139】上記軸対称偏光板200は、その作製に用いた基板210a、210bの一方を該偏光板から剥離して使用しても、また、該基板を保護膜として軸対称偏光板に取り付けたままで使用してもよい。

【0140】なお、この第2の実施の形態では、多数の細溝がなす形状を、図7(a)に示すような渦巻き状としたが、これは、図7(b)に示す放射状、あるいは図7(c)に示す同心円状でもよく、これらの形状は、液晶素子の両面に配置される一対の軸対称偏光板の光の吸収軸が互いに直交するよう選択されるものである。なお図7(d)は、上記細溝を形成した基板表面の断面構造を示している。特に、軸対称偏光板の光の吸収軸がなす形状を渦巻き状とした場合、液晶素子の両側に配置される、光の吸収軸が直交する軸対称偏光板の作製には、同一の細溝構造の基板を用いることができる。このため、製造上、該細溝を形成するためのマスクなど高価な部材の使用量を最低限に抑えることができ好ましい。さらに、上下の軸対称偏光板をその偏光軸が直交以外の角度をなすようにして使用したい場合は、偏光軸の配向状態が同心円状、放射状であるものでは対応できず、偏光軸の配向状態が渦巻き状であるものを用いなければならない。

【0141】(実施の形態2の実施例)次に上記第2の実施の形態の実施例について説明する。

【0142】偏光板作成用セルを形成するための一対のガラス基板を3組用意し、一対のガラス基板の表面に細溝を、各組毎に該細溝がなす軸対称形状を変えて形成した。第1組のガラス基板には図7(a)に示す渦巻き状をなす細溝を、第2組のガラス基板には図7(b)に示す同心円状をなす細溝を、第3組のガラス基板には図7(c)に示す放射状をなす細溝を形成した。そして各組の一方の基板上に彫削剤を塗布した。作成した各組の基板を使用し5 $\mu$ mのスペーサーによりセル厚を確保して3つの偏光板作成用セルを構成した。

【0143】次に、上記第1の実施の形態で使用した混合物を均一混合した後、これを各偏光板作成用セル中に注入した。注入後、加熱徐冷を加え、上記ガラス基板の表面に形成した細溝に重合性液晶材料の分子が沿って配向するようにした。この状態で、上記第1の実施の形態と同様、紫外線による重合性液晶材料の硬化を行って、その分子の配向状態を固定した。このようにして、その偏光軸が放射状、同心円状、渦巻き状をなす軸対称偏光板を作成することができた。

【0144】次に、両実施の形態とは異なる方法により、2色性染料を所定の配向状態に固定する2つの方法を、それぞれ参考例1及び参考例2として説明する。

【0145】(参考例1) 図8は該参考例1の方法を説明するための図であり、図8(a)は該方法に用いる基板の断面図、図8(b)はその平面図である。

【0146】図中、81は偏光板作成用基板で、その表面には高分子からなる仕切り壁82が形成されており、該表面は仕切り壁82により複数の区画領域83に区分されている。つまり該基板81の表面は、表面自由エネルギーのパターン化がなされている。

【0147】このような構造の偏光板作成用基板81の表面に、互いに相溶しない異種類の高分子を共通溶媒で溶解させた混合溶液84を塗布する(図8(c)の断面図参照)。この混合溶液84には2色性染料が混入させてある。そして、該混合溶液84の溶媒を徐々に除去すると、図8(d)の平面図に示すような異種類の高分子の相分離が出現する。この時、2色性染料の分子は異種類の高分子の間隙に固定され、その配向状態が放射状となり、上記基板81に各区画領域に偏光軸が放射状に配向した偏光素子84aが形成される。これにより複数の偏光素子84aを有する軸対称偏光板80が作製される。

【0148】(参考例1の具体例) 2種類の互いに混合しない異なる配向膜材料と2色性染料とを共通溶媒中に混合し、該混合液を図8(a)に示す偏光板作成用基板81の表面上に塗布した。塗布した基板上から溶剤を徐々に除去して高分子薄膜を形成した。該形成した高分子薄膜は図8(d)に示すように、その分子配向が各区画領域内で放射状の配向状態となっていた。また、偏光顕微鏡による実施の形態1と同様の観察から、該各区画領

域内の高分子薄膜は、その光の吸収軸が軸対称状に配向していることがわかった。

【0149】(参考例2) 図9は該参考例2の方法を説明するための図であり、偏光顕微鏡により確認された高分子膜の平面球晶構造を示している。ここで、球晶構造とは、多数の結晶(微結晶)が一点から放射状に配列した球状の多結晶をいう。図中、91は液晶性高分子の球晶部分であり、92は該球晶部分に確認された消光部分である。

【0150】この参考例の方法では、基板(図示せず)上に、結晶性高分子の溶液に2色性染料を添加した混合物を塗布し、溶媒を除去しながら平面球晶構造を作成する。このとき、2色性染料の分子は、高分子の微結晶間に固定され、結果的に、光の吸収軸が放射状をなす偏光素子が各球晶部分に形成されることとなる。ここで、結晶性高分子としては、ナイロンに代表されるポリアミド、PETに代表されるポリエステルなどを使用することができる。

【0151】次に、上述した軸対称偏光板と液晶モードとの組み合わせについて、以下の第3～第11の実施の形態において説明する。

【0152】まず、第3～第5の実施の形態では、基板上で一軸配向した液晶モードの液晶表示素子に軸対称偏光板を組み合わせたものについて説明する。

【0153】ここで、基板上で一軸配向した液晶モードとは、基板上の配向膜をラビング処理などして基板上で一方向に液晶分子を配向させたモードのことであり、二枚の基板間の液晶の配向方向、及び液晶中のカイラル剤添加量等によりこのモードの種類、例えばTN(ツイステッドネマティック)モード、STN(スーパーツイステッドネマティック)モード、ECB(Electrically Controlled Birefringence:電界制御複屈折)モード、 $\pi$ セルモードなどが決定される。これらのモードでは、同一方向に液晶分子が立ち上がるため、従来の技術で説明したように、視角特性に問題がある。

【0154】従来の液晶表示素子では、偏光板の偏光軸が表示面全体に渡って一方向を向いている。このため、図10(a)に示すように、決まった1つの偏光面10aを有する入射光 $L_1$ に対する液晶の複屈折( $d \cdot \Delta n$ )は一義的に決定される。これに対し、本発明の液晶表示素子では、偏光板の偏光軸が各絵素ごとに軸対称状をなすようになっていたため、図10(b)に示すように、複数の偏波面、例えば偏波面c、dを有する入射光 $L_2$ が各絵素ごとに通過することとなり、液晶分子Mの見かけ上の複屈折、分子長軸方向の屈折率 $c'$ と分子短軸方向の屈折率 $d'$ の差が平均化される(図10(c))。

【0155】さらに、このような複屈折の平均化の現象は、すべての視角方向で起こる。このため、各方向での平均化された複屈折は、方向により若干の差が生じるも

の、該各方向での復屈折の平均化により、表示状態の反転現象を広角まで防ぐことができ、結果的に視角特性をそれぞれ対応する従来の液晶モードに比べてより改善することができる。

【0156】さらにまた、表示素子内では均一な配向状態になっているために、ディスクリネーションラインが発生せず、コントラストの劣化が発生しにくい。

【0157】（実施の形態3）以下、本発明の第3の実施の形態として、TNモードと軸対称偏光板とを組み合わせた液晶表示装置について説明する。

【0158】まず、この第3の実施の形態で採用する従来のTNモードの液晶表示素子について説明する。ここでは、説明の都合上、この従来のTNモードの液晶表示素子を比較例1とする。

【0159】図11は、従来のTNモードの液晶表示素子（以下、TN素子という。）の構造を示す図である。図において、11はこのTN素子で、これは一対の対向基板11e、11f間に液晶材料を注入してなるものである。

【0160】このTN素子11は以下のように作製した。

【0161】まず、厚さ1000オングストロームのITO（酸化インジウムおよび酸化スズの混合物）膜を透明電極11bとする厚さ1.1mmのガラス基板11a上に、AL4552（日本合成ゴム社製）を配向膜11cとして塗布し、その後、ナイロン布により一方向にラビング処理した。このようにして作製した2枚の基板11e及び11fを配向方向が互いに直交するように、4.5μmのスペーサーを介して貼り合わせ、液晶セルを構成した。該作製した液晶セル中に、液晶材料としてZLI-4792（メルク社製：カイラル剤S811によりカイラルピッチを50μmに調整したもの）を注入し、加熱徐冷を行った。このように液晶材料を注入した液晶セルの両側に、光の吸収軸を一方向に設定した偏光板11hを、液晶セルの対応する基板側での配向方向に合わせてを貼り合わせた。これにより、従来から使用されているTN素子11を作製した。このTN素子11の視角特性は下記の表2に示す通りである。

【0162】一方、図12（a）は上記第3の実施の形態の液晶表示装置である、TNモードと軸対称偏光板とを組み合わせたTN素子（以下、軸対称偏光板付きTN素子という。）の構造を示す図である。

【0163】図において、12は第3の実施の形態の軸対称偏光板付きTNセルで、これは一対の対向基板12e、12f間に液晶材料を注入してなるものであり、該各対向基板12e、12fは、第1の実施の形態の軸対称偏光板100を用いて作製したものである。

【0164】本実施の形態の軸対称偏光板付きTNセル12は以下のようにして作製した。上記第1の実施の形態の方法により作製された軸対称偏光板100の高分子

層120上に、保護膜12aを形成し、さらにその上に透明電極としてITO膜12bを成膜して、電極付軸対称偏光板を作成した。

【0165】そして、作製した電極付軸対称偏光板に配向膜12cを形成するなど比較例1と同様の配向処理を行って2枚の対向基板12e、12fを形成した。これらの対向基板12e、12fを、それぞれの軸対称偏光板100の偏光軸を合わせて、一定の間隔隔てて貼り合わせ、該両対向基板間に液晶12dを注入し、加熱徐冷を行って、軸対称偏光板付きTN素子12を作製した。作製したTN素子12の表示特性は表2に示す通りである。図13はこの表2に示す視角特性の測定を行った際の、液晶層の配向方向Xaに対する測定方向を示している。

【0166】

【表2】

	反転が起こる角度	
	90°方向	270°方向
比較例1	30°	30°
実施の形態3	反転起こらず	反転起こらず

【0167】TN素子の液晶層の配向方向に対して0°、180°方向では、実施の形態3及び比較例1ともに反転が起こる視角がほとんど変化しないが、TN素子の液晶層の配向方向に対して90°、270°方向では、表2に示すとおり、実施の形態3では、比較例1とは異なり、反転が抑制されている。このように軸対称偏光板を使用することにより、視角特性が改善される。

【0168】なお、この第3の実施の形態では、軸対称偏光板として第1の実施の形態の方法により作製したものをを用いたが、これは、第2の実施の形態の方法により作製したものでもよい。

【0169】図12（b）は、第1の実施の形態の方法により作製した軸対称偏光板をTNモードと組み合わせたTN素子の構造を概略的に示しており、上側の対向基板12fを構成する軸対称偏光板100を、その偏光軸が放射状をなすものとし、下側の対向基板12eを構成する軸対称偏光板100を、その偏光軸が同心円状をなすものとしている。ここで、Mは液晶分子、d<sub>1</sub>、d<sub>2</sub>は液晶分子の下側基板側及び上側基板側での配向方向である。

【0170】また、この第3の実施の形態では、軸対称偏光板をTNモードと組み合わせた液晶セルについて説明したが、軸対称偏光板をSTNモードと組み合わせた液晶セルにおいては、見かけの位相差を平均化することができ、従来のSTNモードで使用していた位相差板（白色化するため）を使用することなく色補償できる利

点がある。

【0171】（実施の形態4）次に、本発明の第4の実施の形態として、STNモードと軸対称偏光板とを組み合わせた液晶表示装置について説明する。

【0172】まず、この第4の実施の形態で採用する従来のSTNモードの液晶表示素子（以下、STN素子という。）について説明する。ここでは、説明の都合上、この従来のSTN素子を比較例2とする。

【0173】この比較例2のSTN素子は、上記比較例1のTN素子とは、配向膜の材料、セル厚、液晶層のツイスト角が異なるのみで、その他の構成は図11に示すTN素子と同一である。

【0174】すなわち、この比較例2のSTN素子は以下のようにして作製した。

【0175】厚さ1000オングストロームのITO膜を透明電極とする厚さ1.1mmのガラス基板上に、配向膜としてSE-150（日産化学社製）を塗布し、その後、ナイロン布により一方向にラビング処理した。作製した2枚の対向基板を、両者の配向方向がなす角度が240°になるよう、9μmのスペーサーを介して貼り合わせ、セルを構成した。この作製したセル中に、液晶材料であるZLI-4427（メルク社製：カイラル剤S811により、ツイスト角を240°に調整したもの）を注入し、加熱徐冷を行った。このように液晶材料を注入した液晶セルの両側に、光の吸収軸を一方向に設定した偏光板を、液晶セルの対応する基板側での配向方向に合わせて貼り合わせた。これにより、従来から使用されているSTN素子を作製した。

【0176】これに対し、第4の実施の形態の液晶表示装置である、STNモードと軸対称偏光板とを組み合わせたSTN素子（以下、軸対称偏光板付きSTN素子という。）は、以下のように作製した。

【0177】上記第1あるいは第2の実施の形態の方法により作製された軸対称偏光板の上に、保護膜を形成し、さらにその上に透明電極としてのITOを成膜し、電極付軸対称偏光板を作製した。このようにして作製した2つの電極付軸対称偏光板に上記比較例2と同様の配向処理を施し、該2つの軸対称偏光板をその偏光軸を合わせて貼り合わせ、該両偏光板間に液晶を注入し、加熱徐冷を行った。このようにして軸対称偏光板付きSTN素子を作成した。

【0178】本実施の形態の軸対称偏光板付きSTN素子は、比較例2のSTN素子に比べて色つきが少なく、位相差板を用いなくても白黒表示用素子として使用することができる。

【0179】なお、上記第3、第4の実施の形態では、軸対称偏光板をTNモード、STNモードの液晶セルと組み合わせた液晶表示素子について説明したが、軸対称偏光板をECBモードの液晶セルと組み合わせた液晶表示素子では、従来のECBモードの液晶表示素子にお

るざらつき感のある表示を改善できる。

【0180】（実施の形態5）次に、本発明の第5の実施の形態として、ECBモードと軸対称偏光板とを組み合わせた液晶表示装置について説明する。

【0181】まず、この第5の実施の形態で採用する従来のECBモードの液晶表示素子（以下、ECB素子という。）について説明する。ここでは、説明の都合上、この従来のSTN素子を比較例3とする。

【0182】この比較例3のECB素子においても、基本的な構造は、図11に示す比較例1のTN素子と同一である。

【0183】すなわち、この比較例3のECB素子は以下のようにして作製した。

【0184】厚さ1000オングストロームのITO膜を透明電極とする厚さ1.1mmのガラス基板上に、垂直配向膜としてAL-209（日本合成ゴム社製）を塗布した。このようにして作成した2枚の対向基板を6μmのスペーサーを介して貼り合わせ、セルを構成した。

【0185】作製したセル中に、液晶材料としてZLI-4788-000（メルク社製）を注入し、加熱徐冷を行った。そして、作製した液晶セルに、光の吸収軸を一方向に設定した偏光板を、互いに偏光軸方向が直交するよう貼り合わせ、従来から使用されているECB素子を作製した。本ECB素子は、電圧印加時に液晶分子が任意の方向に倒れる。つまり倒れ方により見かけ上のコントラストが場所により変化する。このため表示にざらつき感が伴う。

【0186】これに対し、第5の実施の形態の液晶表示装置である、ECBモードと軸対称偏光板とを組み合わせたECB素子（以下、軸対称偏光板付きECB素子という。）は、以下のように作製した。

【0187】上記第1あるいは第2の実施の形態の方法により作製された軸対称偏光板の上に、保護膜を形成し、さらにその上に透明電極としてのITOを成膜し、電極付軸対称偏光板を作製した。このようにして作製した2つの電極付軸対称偏光板に上記比較例3と同様の配向処理を施し、該2つの軸対称偏光板をその偏光軸を合わせて貼り合わせ、該両偏光板間に液晶を注入し、加熱徐冷を行った。これにより軸対称偏光板付きECB素子を作成した。

【0188】この軸対称偏光板付きECB素子では、軸対称偏光板を使用しているために、見かけ上の複屈折はある程度平均化されることとなり、これにより比較例3に比べてざらつき感が低減されている。

【0189】なお、上記第3～第5の実施の形態では、液晶セルを構成する対向基板間には、セル厚を規定するスペーサーが設けられているのみであるが、これらの実施の形態の液晶セルに、最近我々が開発した技術（特開平6-301015号公報参照）を適応することにより、液晶セルを、液晶層中に高分子壁を有する構造とするこ



とができ、外力に対して強いセルを作成することができる。

【0190】（実施の形態6）本発明の第6の実施の形態として、上記のように液晶セル中に高分子壁を有する構造の液晶表示素子について簡単に説明する。

【0191】図14は上記第6の実施の形態の液晶セルの構造を示す断面図であり、図において、14は、液晶層14d中に高分子壁14d<sub>2</sub>を有する軸対称偏光板付き液晶素子であり、この液晶素子の液晶モードは、上記第3の実施の形態と同様TNモードとなっている。この液晶素子14を構成する一対の対向基板14e、14fは、それぞれ第2の実施の形態の軸対称偏光板200の、偏光素子213が形成されている面上に、保護膜14a、透明電極としてのITO膜14b、配向膜14cを順次形成してなるものである。なお、14d<sub>1</sub>は上記液晶層14の、高分子壁14d<sub>2</sub>により区分された液晶領域で、軸対称偏光板200の各偏光素子213に対向するよう位置している。また、ここでは、軸対称偏光板200は、その製造の際、各偏光素子213が形成される領域を囲む仕切り壁213aを形成したものをを用いている。

【0192】このような構成の液晶素子14では、第3の実施の形態のTN素子に比べて、液晶層中に高分子壁14d<sub>2</sub>を有しているため、外力に対して強い構造となっている。

【0193】次に、軸対称偏光板を利用した広視角の表示モードの液晶表示素子について、以下の各実施の形態において説明する。

【0194】広視角の表示モードの液晶表示素子は、液晶分子が少なくとも一方の基板上で2方向以上に配向している液晶表示モードを本発明の軸対称偏光板と組み合わせることにより実現できる。ここで、上記液晶表示モードとしては大きく分けて2種類あり、その1つでは、液晶の配向状態がランダム配向状態であり、もう1つでは、液晶の配向状態が軸対称配向状態である。

【0195】従来からランダム配向の液晶表示モードを有する液晶表示素子として、以下の（1）～（3）に示すものがある。

【0196】（1）特開平5-27242号公報には、偏光板を用いた非散乱型の液晶表示素子において、視角特性を改善するため、液晶と光硬化性樹脂との混合物からの相分離により、高分子の突起物を液晶セル内に形成して、液晶分子の配向を乱すようにしたものが開示されている。

【0197】（2）液晶表示素子において、基板上に塗布した配向膜にラビングなどの配向処理を施さないようにして、液晶分子をランダム配向させたものがある。

【0198】（3）樹脂中に分散した液晶領域で液晶分子の配向が異なるポリマー分散型液晶素子を、2枚の偏光板（互いに吸収軸が直交したもの）で挟持したものが

ある。

【0199】上記（1）～（3）で挙げた液晶表示素子では、1組のクロスニコル条件の偏光板上記液晶セルを挟持した構成となっており、いずれも飽和電圧印加状態では、液晶分子（ $\Delta\epsilon > 0$ ：誘電率異方性が正の場合）が電場方向に揃った配向をしており、ほぼ同じ黒レベルの視角特性依存性となる。そのため、各液晶表示素子では、その表示モードに応じてコントラストは異なるものの、同様な傾向を有する視角特性依存性が得られる。

【0200】図15（a）は、上記（2）に挙げた液晶表示素子の視角特性の概略を示す。図から、液晶セル上下の偏光板の軸方向 $a_1$ 、 $a_2$ では、比較的広い視角特性になっているが、軸方向から45°の方向で視角特性が劣化していることがわかる。

【0201】この特性は、上記（1）、（3）の素子についてもほぼ同様であるが、これら（1）～（3）の素子の液晶セルに、上述した本発明の軸対称偏光板を組み合わせることで視角特性が改善される。つまり、該軸対称偏光板を取り付けた液晶セルを固定し、互いに偏光面が直交した上記偏光板を回転させて該液晶セルの透過率を測定したときの透過率の平均値が視角特性として現れることとなり、これにより図15（b）に示すように完全にどの方向においても同じ視角特性が得られる。

【0202】なお、上記（3）の素子は、既に特開平6-324337号公報に開示されているが、（1）、

（2）の素子に比べて、素子（絵素）内に高分子を多量に浸入している構造になっているために、液晶と高分子との界面での散乱現象のため濁った表示特性となり、さらに、原理的に、光の散乱現象による脱偏光を利用しているために、光の利用効率が入射光に対して理論的な最大値で50%と低い。

【0203】（実施の形態7）次に、本発明の第7の実施の形態として、ノンラビングモードと軸対称偏光板とを組み合わせた液晶表示装置について説明する。

【0204】まず、この第7の実施の形態で採用する従来のノンラビングモードの液晶表示素子（以下、アモルファスTN素子という。）について説明する。ここでは、説明の都合上、この従来のアモルファスTN素子を比較例4とする。

【0205】この比較例4のアモルファスTN素子においても、基本的な構造は、図11に示す比較例1のTN素子と同一であり、この素子は以下のように作製した。

【0206】すなわち、厚さ1000オングストロームのITO膜を透明電極とする厚さ1.1mmのガラス基板を2枚用い、これらのガラス基板にスピンコート法によりポリイミドをコートし、ラビングを施していない一対の対向基板を作製した。この一対の対向基板を、5μmスペーサーによりセル厚を確保して貼り合わせてセルを作製した。該セル内に、液晶材料としてZLI-47

92 (メルク社製：螺旋ピッチが $90^\circ$ となるようにカイラル剤S-811で調整したもの)を注入し、その後、加熱徐冷を行って液晶セルを作製した。そして、該液晶セルに、光の吸収軸を一方向に設定した1組の偏光板を、互いに偏光軸方向が直交するよう貼り合わせ、既に公開されているアモルファルスTN素子を作成した。

【0207】このアモルファルスTN素子では、該液晶セル内の液晶分子は、基板上での配向規制力が少ないために、ランダムな配向状態となっており、中間調における視角特性の優れた液晶表示素子である。このように該アモルファルスTN素子は、比較例1と同様に偏光板の偏光軸方向で視角特性の優れたものであるが、図15

(a)に示すように、偏光軸から $45^\circ$ の方向で視角特性が劣化したものとなっている。

【0208】これに対し、第7の実施の形態の液晶表示装置である、ノンラビングモードと軸対称偏光板とを組み合わせたアモルファルスTN素子(以下、軸対称偏光板付きアモルファルスTN素子という。)は、以下のよう

【0209】すなわち、第1の実施の形態あるいは第2の実施の形態の方法により作成された軸対称偏光板の上に、保護膜を形成し、さらにその上に透明電極としてITOを製膜し、電極付軸対称偏光板を作製した。該このようにして作製した2枚の電極付軸対称偏光板に対しては上記比較例4と同様な配向処理は施さず、これらの軸対称偏光板をその偏光軸を合わせて貼り合わせて液晶セルを形成した。該液晶セルに液晶を注入し、加熱徐冷を行って、軸対称偏光板付アモルファルスTN素子を作製した。

【0210】このように作製したセルの視角特性は、軸対称偏光板の効果により、完全な軸対称状、つまり図15(b)に示す視角特性と同様な特性となった。

【0211】次に、基板上で軸対称状配向した液晶モードと軸対称偏光板との組み合わせについて、第8～第11の実施の形態において説明する。

【0212】液晶の配向性により、基板上での液晶分子の配列に規則性を持たせた広視角表示モードとして、略各絵素に対応させて、液晶分子の主軸が軸対称状となるようにした軸対称配向モードがある。従来から軸対称配向の液晶表示モードを有する液晶表示素子として、以下の(4)～(6)に示すものがある。

【0213】(4)液晶分子が絵素領域内で全方向均等な配向状態となっている液晶表示素子がある。具体的には液晶分子の配向は渦巻き状であり、上下の基板上では互いに液晶分子が $90^\circ$ 振れており、つまり、上下の基板上では、渦巻きの方向が右左反対となっている。この液晶表示素子では、液晶分子が電圧で制御されることにより、渦巻き状配向がその様々な方位を向いた配向をもつTNモードと同様な動作をする。またこの液晶表示素子は、液晶セル内の液晶領域は、高分子壁により実質的

に囲まれており、耐外圧性が高いものとなっている。

【0214】この素子では、高分子壁を構成する樹脂材料を選定することにより、ディスクリネーションラインを抑制することができ高コントラストを実現できる。

【0215】(5)また、広視角表示モードの液晶表示素子として、配向膜を結晶性高分子から構成して球晶構造を有するものとし、該配向膜から液晶層に及ぶ軸対称な配向規制力を生かしたものがある。

【0216】(6)さらに、広視角表示モードの液晶表示素子として、一対の対向基板に、その一方側で液晶分子が同心円状に配向し、かつ他方側で液晶分子が放射状に配向するよう、細溝を形成した液晶表示素子がある。

【0217】上記(4)～(6)に示す液晶表示素子においても、上述した一軸配向の液晶モードを有する表示素子と同様の視角特性に関する問題、つまり偏光板の偏光軸から $45^\circ$ 方向の視角特性が好ましくないという問題があるが、これらの素子についても、本発明の軸対称偏光板を採用することにより上記と同様にして視角特性が改善される。

【0218】特に、軸対称偏光板の偏光軸と、軸対称状に配向した液晶の主軸とが両基板上で一致した場合に、表示面の正面方向の視角特性が、偏光軸を一方向に設定したクロスニコルの一対の偏光板を用いたTNモードの液晶表示素子の特性と原理的に同じになり、しかも軸対称モードの液晶表示素子では、該視角特性が全方位について均等になり、特に好ましい。

【0219】なお、特開平6-324337号公報には、上記(6)に挙げた液晶表示素子に、偏光軸が同心円状、放射状をなす1組の偏光板を組み合わせたものが公開されているが、この場合、液晶表示素子の基板表面に形成した細溝により、液晶分子を配向させているため、プレチルトを制御することができず、かつディスクリネーションラインを抑制することができず高コントラストを期待できない。さらに、外力により液晶セル内を液晶が流動して配向状態が変形し、軸対称配向を維持できない。従って、(4)に挙げた液晶表示素子に軸対称偏光板を組み合わせたものが最も好ましい。

【0220】(実施の形態8)次に、本発明の第8の実施の形態として、ASM(アクシヤルシンメトリカルアラインドマイクロセルモード)と軸対称偏光板とを組み合わせた液晶表示装置について説明する。

【0221】まず、この第8実施の形態で採用する従来のASMモードの液晶表示素子(以下、ASM素子という。)について説明する。ここでは、説明の都合上、この従来のASM素子を比較例5とする。

【0222】図16は、従来のASM素子の構造を示す図である。図において、16はこのASM素子で、一定間隔を隔てて対向して配置した一対の対向基板16e、16f間に液晶材料16dを注入してなるものである。該対向基板16eは、ガラス基板16aとその表面に形

成された透明電極16bとを有し、該透明電極16bの上には、レジストによりその表面領域を複数の区画領域16hに区分する仕切り壁16cが形成されている。また、この仕切り壁16cには、スペーサー16gが埋め込まれており、一定のセル厚が確保されている。また、他方の対向基板16fは、ガラス基板16aの表面に透明電極16bを形成してなる構造となっている。

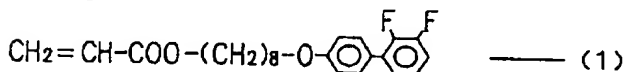
【0223】この比較例6のASM素子16は以下のように作製した。

【0224】厚さ1000オングストロームのITO膜を透明電極16bとする厚さ1.1mm厚のガラス基板16a、16bを、上下一対の対向基板16e、16fとして用意した。該対向基板16e上に、OMR-83（東京応化社製）レジストを塗布しそのパターンニングを行って、上記仕切り壁16cを作製した。該作製した仕切り壁中に5μmのスペーサーを添加した。そして、上記両対向基板16e、16fを、該スペーサー16gによりセル厚を確保して貼り合わせてセルを構成した。次にセル中に、以下の混合物を均一混合した後真空注入した。

【0225】該混合物は、R684（日本化薬社製）（0.025g）と、p-フェニルスチレン（0.025g）、化学式（1）で示す化合物A（0.015g）と、

【0226】

【化1】



【0227】さらに、液晶材料ZLI-4792（メルク社製：Δn=0.094：カイラル剤S-811によりツイスト角90°に調整したもの）（0.935g）と、光開始剤Lucirin TPO（BASF社製：400nm付近に光の吸収極大を有するもの）（0.005g）とからなる。

【0228】その後、セルを、100℃（均一化温度以上）に30分保ち、一旦、40℃まで徐々に冷却した。

【0229】そして、一区画領域に対して一液晶ドメインが対応するよう処理を行い、電圧を印加することにより、区画領域の液晶ドメインを軸対称配向させた。さらにこの状態から、液晶ドメインを成長させ、セルを作製した。

【0230】軸対称状に配向した液晶領域が各区画一杯に広がったとき、高圧水銀ランプにより2mW/cm<sup>2</sup>、波長365nmでもって20分間、セルに光照射処理を施した。その後、セルを一旦室温まで冷却し、高圧水銀ランプにより5mW/cm<sup>2</sup>、波長365nmでもって、該セルに5分間、光の後照射を施した。

【0231】このようにして生成したセルを、偏光顕微鏡で観察したところ図17に示すようにレジストパター

ンどおりの液晶領域16hとともに消光模様17aが観測され、この液晶セルでは、液晶分子の配向状態が、中心軸を中心とする軸対称状になっていることが確認された。

【0232】そして、上記液晶セルに偏光軸が互いに直交した2枚の偏光板を貼り合わせて液晶表示素子を作製した。作製した液晶表示素子の電気光学特性は、図15（a）に示すものと同様に軸対称状の配向状態になっているが、偏光板の偏光軸から45°方向に異方性が見られ、飽和電圧印加時に黒レベルの浮き上がりが観察され垂直面から40°以上で表示の劣化が認められた。

【0233】一方、図18は本発明の第8の実施の形態の液晶表示装置である、ASMモードと軸対称偏光板とを組み合わせたASM素子（以下、軸対称偏光板付きASM素子という。）を説明するための図であり、図18（a）はその構成を模式的に示す図、図18（b）は該ASM素子の断面図である。

【0234】図において、18は第8の実施の形態の軸対称偏光板付きASM素子で、これは上下一対の対向基板18b、18c間に液晶層18aを挟持してなるものである。

【0235】ここでは、上記下側の対向基板18cは、第1の実施の形態の方法により作製した、偏光軸が同心円状に配向した軸対称偏光板100を有し、該軸対称偏光板100の高分子層120上には保護膜18d及び透明電極としてのITO膜18eが形成されている。また、該下側の対向基板18cでは、該ITO膜18e上にその表面領域を複数の区画領域に区分する仕切り壁18fが、軸対称偏光板100中の仕切り壁112に対応させて形成されている。

【0236】また、上側の対向基板18fは、第1の実施の形態の方法により作製した、偏光軸が放射状に配向した軸対称偏光板100を有し、該軸対称偏光板100の高分子層120上には保護膜18d及び透明電極としてのITO膜18eが形成されている。また、上記液晶層18aは、上記上側の対向基板18c側では、上方からみて左巻きの渦巻き状に液晶分子が配向しており、また、上記下側の対向基板18c側では、上方からみて右巻きの渦巻き状に液晶分子が配向している。

【0237】なお、上記各対向基板18b、18cにおける軸対称偏光板100には、第2の実施の形態の方法により作製した軸対称偏光板を用いることもできる。

【0238】次に本実施の形態の軸対称偏光板付きASM素子18の作製方法について説明する。

【0239】ここでは、上記第1の実施の形態の方法により軸対称偏光板を作製する時、区画に用いるレジスト材料を、295PA（新日鉄化学社製）に代え、第1の実施の形態の場合に比べて厚みを高くした。この点以外は上記第1の実施の形態と同様にして軸対称偏光板100を作製した。作製された軸対称偏光板100上に、保

保護膜18dを形成し、さらにその上に透明電極としてITO膜18eを成膜した。このようにして2つの電極付軸対称偏光板を作製し、さらにその一方を上側の対向基板18bとし、他方の電極付軸対称偏光板上に上記比較例6と同様に仕切り壁18fを形成してこれを下側の対向基板18cとした。

【0240】そして、これらの対向基板18b、18cを、それぞれの軸対称偏光板100の偏光軸を合わせて、つまり偏光軸の軸対称配向の中心を上下の対向基板の間で合わせて貼り合わせて液晶セルを形成した。そして該液晶セル内に、液晶と光硬化樹脂との混合物を注入し、軸対称偏光板付きASMモード素子を作製した。

【0241】このようにして作製した本実施の形態のASM素子18では、セル視角特性は、軸対称偏光板の効果により、図15(b)に示すように完全な軸対称状になることがわかった。

【0242】なお、この第8の実施の形態では、ASM素子として、上側、下側の対向基板の表面での液晶の配向方向と、上側、下側の軸対称偏光板の偏光軸の配向方向とが正確に合っていないものを示したが、対向基板の表面での液晶の配向方向と、軸対称偏光板の偏光軸の配向方向とが一致している場合、正面方向の透過率を向上できる。

【0243】(実施の形態9)次に本発明の第9の実施の形態として、対向基板の表面での液晶の配向方向と、軸対称偏光板の偏光軸の配向方向とが一致しているASM素子について説明する。

【0244】図19は本発明の第9の実施の形態の液晶表示装置である、ASMモードと軸対称偏光板とを組み合わせた軸対称偏光板付きASM素子を説明するための図であり、図19(a)はその構成を模式的に示す図、図19(b)は該ASM素子の断面図である。

【0245】図において、19は第9の実施の形態の軸対称偏光板付きASM素子で、これは上下一対の対向基板19b、19c間に液晶層19aを挟持してなるものである。

【0246】ここでは、上記下側の対向基板19cは、第2の実施の形態の方法により作製した、偏光軸が右巻きの渦巻き状に配向した軸対称偏光板200を有し、該軸対称偏光板200の高分子層220上には、上記第8の実施の形態と同様、保護膜18d及び透明電極としてのITO膜18eが形成されている。また、該下側の対向基板19cでは、該ITO膜18e上にその表面領域を複数の区画領域に区分する仕切り壁18fが、軸対称偏光板100中の仕切り壁212に対応させて形成されている。

【0247】また、上側の対向基板19bは、第2の実施の形態の方法により作製した、偏光軸が左巻きの渦巻き状に配向した軸対称偏光板200を有し、該軸対称偏光板200の高分子層220上には保護膜18d及び透

明電極としてのITO膜18eが形成されている。また、上記液晶層18aは、上記上側の対向基板19b側では、上方からみて左巻きの渦巻き状に液晶分子が配向しており、また、上記下側の対向基板19c側では、上方からみて右巻きの渦巻き状に液晶分子が配向している。

【0248】なお、上記各対向基板19b、19cにおける軸対称偏光板には、第1の実施の形態の方法により作製した軸対称偏光板を用いることもできる。

【0249】また、図20は本実施の形態のASM素子を構成する軸対称偏光板を作製するためのセル構造を説明するための図であり、図20(a)は、該セル構造の断面図、図20(b)はその平面図である。

【0250】図中、210は軸対称偏光板を作製するためのセルで、所定間隔を隔てて配向して配置された上下一対の基板210a、210bを有し、下側の基板210a上には、その表面領域を複数の区画領域213に仕切る仕切り壁211が形成され、該仕切り壁211には、セル厚、つまり上下の基板間の距離を規定するスペーサー212が埋め込まれている。また各区画領域213の表面には、細溝213aが左巻きの渦巻き状をなすよう形成されている。この細溝213aの曲線形状は、その接線が、渦巻の中心から放射状に延びる直線に対して45°の角度をなすよう設計されている。

【0251】次に本実施の形態の軸対称偏光板付きASM素子19の作製方法について説明する。

【0252】まず、上側基板210bと、表面に細溝213a等を形成した下側基板210aとを、スペーサー212により規定される距離を離して貼り合わせて、軸対称偏光板作製用のセルを形成し、該セルを用いて第2実施の形態で説明したようにして、軸対称偏光板200を作製した。

【0253】次に作製された軸対称偏光板200の上に、保護膜18dを形成し、さらにその上に透明電極としてITO膜18fを成膜した。このようにして2つの電極付軸対称偏光板を作製し、さらにその一方を上側の対向基板19bとし、他方の電極付軸対称偏光板上に上記比較例6と同様に仕切り壁18fを形成してこれを下側の対向基板19cとした。

【0254】そして、これらの対向基板19b、19cを、それぞれの軸対称偏光板200の偏光軸を合わせて、つまり偏光軸の軸対称配向の中心を上下の対向基板の間で合わせて貼り合わせて液晶セルを形成した。そして該液晶セル内に、液晶と光硬化樹脂との混合物18aを注入し、軸対称偏光板付きASMモード素子19を作製した。

【0255】このようにして作製した本実施の形態のASM素子19では、セル視角特性は、軸対称偏光板の効果により、図15(b)に示すように完全な軸対称状になることがわかった。

【0256】さらに、本実施の形態では、基板上での液晶の配向方向と偏光板の偏光軸との方向がほぼ合っているため、表示面の正面方向の透過率がTN比96%と非常に高い値であった。

【0257】なお、上記第3～第9の実施の形態の液晶表示素子では、偏光板として軸対称偏光板を用いているため、視角を変化させたときの軸ずれが起こる可能性があり、このため偏光素子を構成する高分子層が液晶セルの内部側、ガラス基板など液晶側に位置するよう液晶表示素子を作製するのが好ましい。

【0258】（実施の形態10）次に本発明の第10の実施の形態として、対向基板の表面での液晶の配向方向と、軸対称偏光板の偏光軸の配向方向とが一致しているASM素子の他の構成について説明する。

【0259】図21は本発明の第10の実施の形態の液晶表示装置である、ASMモードと軸対称偏光板とを組み合わせた軸対称偏光板付きASM素子を説明するための図であり、図21(a)はその構成を模式的に示す図、図21(b)は該ASM素子の断面図である。

【0260】図において、21は第10の実施の形態の軸対称偏光板付きASM素子で、これは、液晶層21aと、その上下両側に配置された軸対称偏光板21b、21cとを有している。

【0261】ここで、上記軸対称偏光板21b、21cは、それぞれ液晶層21aを挟持する上下一対の対向基板20a、20bと一体的に形成されている。つまり上側の対向基板20bは、ガラス基板等の透明基板21上に透明電極としてのITO膜22及び軸対称偏光板21bを形成してなるものである。また、下側の対向基板20aは、ガラス基板等の透明基板21上に透明電極としてのITO膜22、所定パターンのレジスト膜23（図22参照）及び軸対称偏光板21cを順次形成してなるものである。

【0262】また、上記液晶層21aは、上側の対向基板20bの軸対称偏光板21bと接する液晶層上面21a<sub>1</sub>では、上方からみて左巻きの渦巻き状に液晶分子が配向し、また、上記下側の対向基板20aの軸対称偏光板21bと接する液晶層上面21a<sub>2</sub>では、上方からみて右巻きの渦巻き状に液晶分子が配向した状態となっている。

【0263】次に製造方法について図22を用いて説明する。

【0264】透明電極22を有する基板21上に、レジスト（OMR83：東京応用化学社製）を用いて、格子状の平面パターンを有するレジスト膜23を形成した。このレジスト膜23は、図22(c)に示すように、幅の広い格子状の平面パターンを有するレジスト膜23aと、その上に形成された幅の狭い、該レジスト膜23aと同一パターンのレジスト膜23bとからなる。該透明電極22上には、あらかじめ5μm径のビーズ23cが

レジスト膜23のパターンに合わせて散布されており、該レジスト膜23の外側に、ビーズ23cがはみ出さないようになっている。

【0265】そして、透明電極22を有する他の基板21を対向基板20bとして用い、該対向基板20bと、上記レジストパターンを形成した対向基板20aとを貼り合わせて、セルを作製した。

【0266】このセル中に、液晶材料として、ZLI-4792（カイラル剤0.935gにより該セル中で90度ツイストするようにカイラルピッチを調整したもの）、液晶性重合材料A（0.015g）、光開始剤Irgacure 651（チバガイギー社製）（0.005g）、重合性2色性色素（0.005g）、重合抑制剤ビフェニルスチレン（0.025g）の混合物を注入した。ここで、上記重合性液晶材料Aの化学式は、上記化学式(1)で示すものと同一である。

【0267】そして、一区画領域に対して一液晶ドメインが対応するよう処理を行い、電圧を印加することにより、区画領域の液晶ドメインを軸対称配向させた。さらにこの状態から、液晶ドメインを成長させ、セルを作製した。

【0268】その後、紫外線照射装置により、波長365nm、3mW/cm<sup>2</sup>のエネルギーで紫外線照射をセル両面から20分行った。

【0269】このようにして作製した液晶セルは、図21(b)に示すように、対向基板20a、20bの表面にうっすらと高分子層が形成されており、この層中には、高分子中に組み込まれた2色性色素分子が存在し、その吸収軸方向は、渦巻き状になっており、上下基板で互いに吸収軸が直交するように作成されていた。つまり、上記各対向基板20a、20bの表面に形成された高分子層が軸対称偏光板21c、21bとなっている。

【0270】このように本実施の形態では、液晶セルの作製時に、軸対称偏光板が同時に自動的に形成されるようにしているため、液晶セルの作製後、偏光板を液晶セルに貼り合わせる工程を省略することができる。さらに、液晶セル中に軸対称偏光板が形成されるために、視差が発生せず、また、液晶の配向状態と同時に軸対称偏光板を作製するために、液晶の主軸（軸対称配向の対称軸）と軸対称偏光板の偏光軸とのずれが全く発生しない。このため優れた視角特性を有するASM素子を得ることができる。

【0271】本実施の形態で作製したASM素子の視角特性は、全方向で完全に等方的であり優れた特性を示した。この全方向で完全に等方的である視角特性は、図23に示すように等コントラスト曲線で表される。さらに液晶の主軸と軸対称偏光板の吸収軸が一致し、しかも2色性色素が重合性でありほとんどの色素が高分子中に取り込まれてしまうために、TN（ツイスティッドネマティック）モードとほぼ同等の光線透過率（電圧OFF

時)を示した。

【0272】(実施の形態11)以下、本発明の第11の実施の形態として、球晶モードと軸対称偏光板とを組み合わせた液晶表示装置について説明する。

【0273】まず、この実施の形態で採用する従来の球晶モードの液晶表示素子(以下、球晶モード素子という。)について説明する。ここでは、説明の都合上、この従来の球晶モード素子を比較例6とする。

【0274】この比較例6の球晶モード素子は、以下のように作製した。

【0275】すなわち、厚さ1000オングストロームのITO膜を透明電極とする厚さ1.1mmのガラス基板2枚を用い、それぞれの基板にスピンコート法によりナイロン66をコートした。これにより、ガラス基板上に、球晶構造を有する薄膜を形成してなる対向基板を2枚作製した。該作製した2枚の対向基板を、5μmのスペーサーによりセル厚を確保して貼り合わせて、偏光板の作製用セルを作製した。該セル内に、液晶材料としてZLI-4792(メルク社製:螺旋ピッチが90°となるようにカイラル剤S-811により調整したもの)を注入し、その後、セルの加熱徐冷を行った。このように液晶材料を注入した液晶セルの両側に、互いに偏光軸方向が直交する一組の偏光板を貼り合わせた。ここで該偏光板としては、光の吸収軸を一方に設定したものをを用いた。これにより、球晶構造を持った薄膜を配向膜とする球晶モード素子を作成した。

【0276】この球晶モード素子の液晶セル内では、液晶分子は、基板表面上の薄膜の球晶構造に沿って渦巻き状に配向しており、この球晶モード素子は、中間調における視角特性の優れた液晶表示素子となっているが、比較例4と同様の理由から図15(a)に示すように、偏光軸から45°の方向で視角特性に異方性を呈するものとなっている。

【0277】これに対し、第11の実施の形態の液晶表示装置である、球晶モードと軸対称偏光板とを組み合わせた球晶モード素子は、以下のように作製した。

【0278】上記第1あるいは第2の実施の形態で作製した軸対称偏光板の上に、保護膜を形成し、さらにその上に透明電極としてITO膜を成膜し、電極付軸対称偏光板を作製した。このようにして作製した2つの電極付軸対称偏光板に、比較例6と同様に配向処理を施して、その表面上に球晶構造を有する薄膜を形成し、該両軸対称偏光板を、その偏光軸を合わせて貼り合わせてセルを形成した。該セル内に液晶を注入し、該セルの加熱徐冷を行って、軸対称偏光板付き球晶モード素子を作成した。

【0279】このようにして作製した軸対称偏光板付き球晶モード素子では、その視角特性は、軸対称偏光板に効果により、図15(b)に示すように完全な軸対称状になることがわかった。

【0280】この実施の形態の軸対称偏光板付き球晶モード素子においても、上記第3～第9の実施の形態と同様、偏光板として軸対称偏光板を用いているため、視角を変化させたときの軸ずれが起こる可能性があり、このため偏光素子を構成する高分子層が液晶セルの内部側、つまりガラス基板など液晶側に位置するよう液晶表示素子を作製するのが好ましい。

【0281】なお、上記第3～第11の実施の形態の液晶表示素子の駆動方法は、単純マトリックス駆動に限らず、a-SiTFT、p-SiTFT、MIMなどのアクティブ素子を用いたアクティブ駆動などの駆動法により駆動でき、本発明に係る液晶表示装置では、液晶表示素子の駆動方法は特に限定されるものではない。

【0282】また、軸対称偏光板を構成する基板としては、透明固体であるガラス、高分子フィルムなど、非透明固体としては、反射型を狙った金属薄膜つき基板、Si基板などが利用できる。

【0283】また、プラスチック基板としては、可視光に吸収を持たない材料が好ましく、PET、アクリル系ポリマー、スチレン、ポリカーボネートなどが利用できる。

【0284】さらに、これら各種基板を組み合わせることで2種類の基板により液晶セルを作製することもでき、また、同種類、異種類を問わず基板厚みの異なった基板を2枚組み合わせ、液晶セルを構成することもできる。

【0285】また、プラスチック基板の場合、基板自身に偏光能を持たせることにより偏光板を透明基板と一体化した液晶表示素子を作製することもできる。

【0286】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、工業的に容易にかつ再現性よく製造することができる軸対称偏光板を提供できる。

【0287】また、現行の液晶表示モードに軸対称偏光板を組み合わせることにより視角特性が改善された液晶表示素子を提供することができる。

【0288】さらに、軸対称偏光板の、あらゆる方向の入射光に対する等方的な偏光作用により、液晶表示素子における視角特性が全方位均一な表示特性を実現し、液晶表示素子を、CRTに対向できる平面ディスプレイとして使用することができる。

【0289】また、本発明は、上記のような視角特性を生かすことにより、大型高精細液晶表示素子、携帯用情報端末装置などの表示装置として使用することができ、特に2～4人で同時に使用する液晶表示装置に対しては非常に有用である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態による軸対称偏光板を説明するための斜視図である。

【図2】上記第1の実施の形態による軸対称偏光板を製造する方法を説明するための図であり、図2(a)は軸

対称偏光板の製造方法に用いる一対の偏光板作成用基板の構造を示す断面図、図2(b)は該基板の平面図である。

【図3】上記第1の実施の形態の軸対称偏光板の製造方法を説明するための図であり、図3(a)は対向配置した一対の基板間に重合性液晶材料と2色性染料の混合物を注入した状態を示す断面図、図3(b)は、偏光素子を構成する高分子層を形成した後、一方の基板を剝離した状態を示す図である。

【図4】図4(a)、(b)は、第1の実施の形態で作製した軸対称偏光板を、一枚の偏光板を使用して偏光顕微鏡により観察した結果を示す図である。

【図5】第1の実施の形態で作製した軸対称偏光板における液晶及び2色性染料の分子配向を概念的に示す図である。

【図6】本発明の第2の実施の形態による軸対称偏光板を説明するための図である。図6(a)は該軸対称偏光板の製造方法に用いる一対の偏光板作製用基板の構造を示す断面図、図6(b)は該偏光板作製用基板の平面図、図6(c)は対向配置した一対の偏光板作製用基板間に重合性液晶材料と2色性染料の混合物を注入した状態を示す断面図である。

【図7】上記偏光板作製用基板に形成する細溝の配向状態の例を示す図であり、図7(a)は渦巻き状の配向状態、図7(b)は同心円状の配向状態、図7(c)は放射状の配向状態を示している。図7(d)は細溝を同心円状に形成した場合の基板の断面構造を示している。

【図8】本発明の第1の参考例による軸対称偏光板の製造方法を説明するための図であり、図8(a)は該方法に用いる偏光板作製用基板の断面図、図8(b)はその平面図、図8(c)は、該基板上に混合溶液を塗布した状態を示す断面図、図8(d)は、該基板上で形成された偏光素子を示す図である。

【図9】本発明の第2の参考例による軸対称偏光板の製造方法を説明するための図であり、偏光顕微鏡により確認された高分子膜の平面球晶構造を示している。

【図10】入射光の偏波面と液晶分子の複屈折との関係を説明するための図であり、図10(a)は1つの偏波面を有する入射光が液晶分子に入射する様子を示し、図10(b)は2つの偏波面を有する入射光が液晶分子に入射する様子を示し、図10(c)は2つの偏波面を有する入射光について、複屈折が見かけ上平均化される様子を示す図である。

【図11】従来のTNモードの液晶表示素子(以下、TN素子という。)の構造(比較例1)を示す図である。

【図12】本発明の第3の実施の形態による液晶表示装置を説明するための図であり、図12(a)は軸対称偏光板付きTN素子の断面構造を示す図、図12(b)はTN素子の構造を概念的に示す斜視図である。

【図13】上記比較例1、実施の形態4のセルの視角特

性の測定方向を示す図である。

【図14】本発明の第6の実施の形態による液晶表示装置の構造を示す断面図である。

【図15】液晶表示素子の視角特性を説明するための概略図であり、図15(a)はランダム配向、軸対称配向の液晶セルに、偏光板(一軸直線偏光)を組み合わせた時の視角特性を示し、図15(b)は、ランダム配向、軸対称配向の液晶セルに、軸対称偏光板を組み合わせた時の視角特性を示す。

【図16】従来のASM素子(比較例6)の構造を示す図である。

【図17】比較例6のASM素子の偏光顕微鏡による視角特性の観察結果を示す図である。

【図18】本発明の第8の実施の形態の液晶表示装置である、ASMモードと軸対称偏光板とを組み合わせたASM素子を説明するための図であり、図18(a)はその構成を模式的に示す図、図18(b)は該ASM素子の断面図である。

【図19】本発明の第9の実施の形態の液晶表示装置である、ASMモードと軸対称偏光板とを組み合わせた軸対称偏光板付きASM素子を説明するための図であり、図19(a)はその構成を模式的に示す図、図19(b)は該ASM素子の断面図である。

【図20】上記第9の実施の形態のASM素子を構成する軸対称偏光板を作製するためのセル構造を説明するための図であり、図20(a)は、該セル構造の断面図、図20(b)はその平面図である。

【図21】本発明の第10の実施の形態の液晶表示装置である、ASMモードと軸対称偏光板とを組み合わせた軸対称偏光板付きASM素子を説明するための図であり、図21(a)はその構成を模式的に示す図、図21(b)は該ASM素子の断面図である。

【図22】上記第10の実施の形態の軸対称偏光板付きASM素子の製造方法を説明するための図であり、図22(a)は一対の基板の貼り合わせた状態を示す断面図、図22(b)は、該両基板間に液晶材料を注入した状態を示す断面図、図22(c)は、上記基板の一方の方面にレジストによる仕切り壁を形成した状態を示す図である。

【図23】上記第10の実施の形態の軸対称偏光板付きASM素子の視角特性を示す図である。

【図24】液晶表示装置における視角特性の改善の原理を説明するための図であり、図24(a)～図24

(c)は、液晶分子を2方向に配向させた液晶セルの配向状態の変化を示し、図24(d)～図24(f)は通常のTNモードの液晶セルの配向状態の変化を示している。

【符号の説明】

12 軸対称偏光板付きTN素子

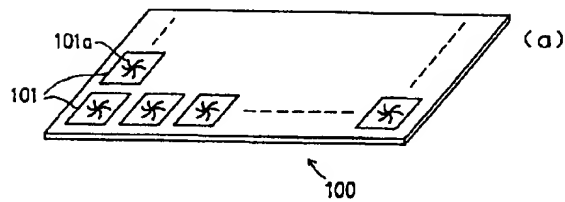
12a、14a 保護膜



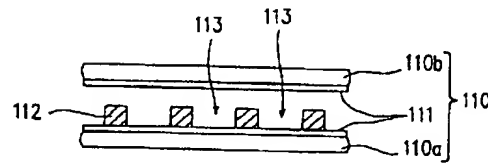
12b, 14b, 18d ITO膜  
 12c, 14c, 18e, 21b, 21c 配向膜  
 12d, 14d, 18a, 21a 液晶  
 12e, 14e, 18c, 19c, 20a 下側対向基板  
 12f, 14f, 18b, 19b, 20b 上側対向基板  
 14 液晶表示素子  
 14d<sub>1</sub> 液晶部分  
 14d<sub>2</sub> 高分子壁  
 18, 19, 21 軸対称偏光板付きASM素子  
 23, 82, 112 仕切り壁  
 23c スペース

26, 83, 113, 213 区画領域  
 80, 100, 200 軸対称偏光板  
 81 偏光板作製用基板  
 84a, 101 偏光素子  
 91 球晶部分  
 92 消光模様  
 101a 偏光軸  
 110, 210 偏光板作製用セル  
 110a, 210a 下側のガラス基板  
 110b, 210b 上側のガラス基板  
 111 電極膜  
 120, 220 混合物

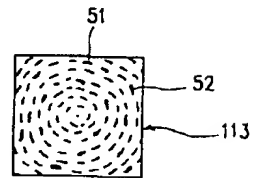
【図1】



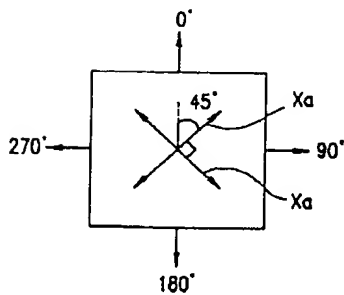
【図2】



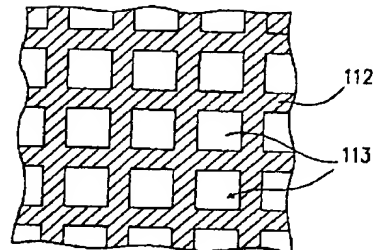
【図5】



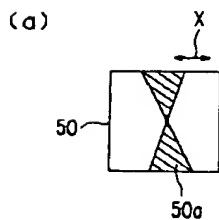
【図13】



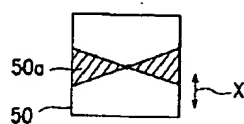
(b)



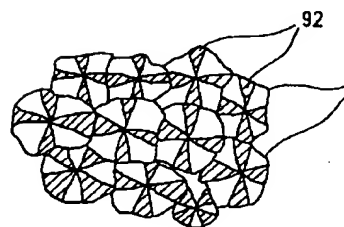
【図4】



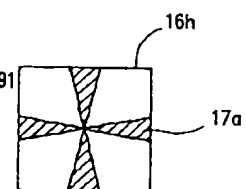
(b)



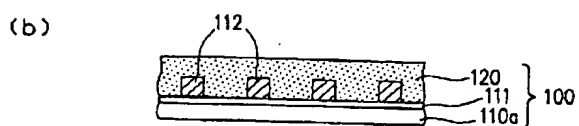
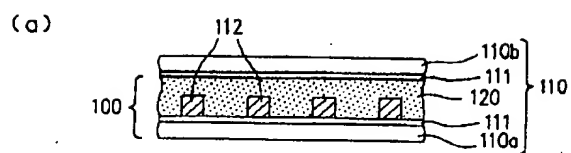
【図9】



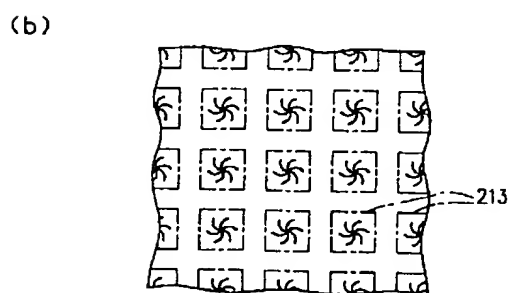
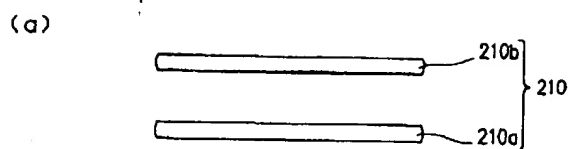
【図17】



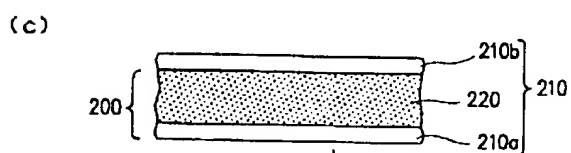
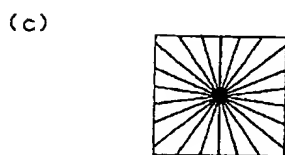
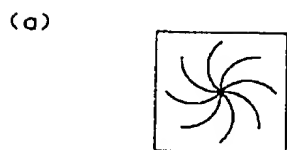
【図 3】



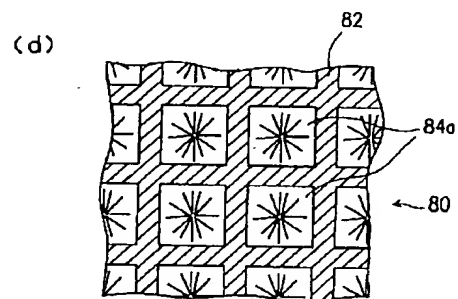
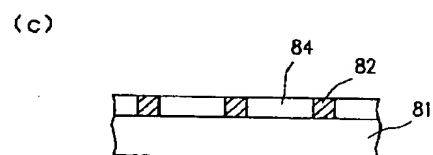
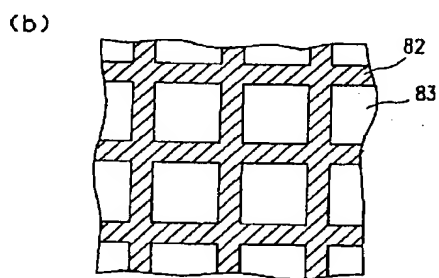
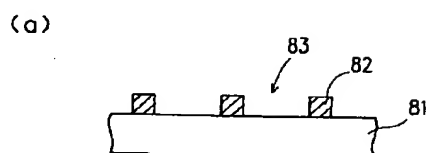
【図 6】



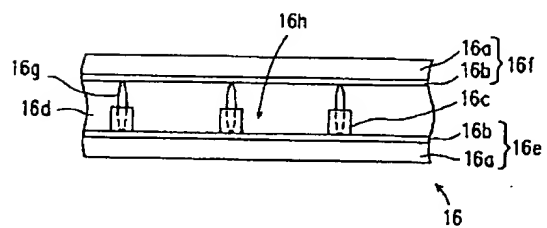
【図 7】



【図 8】

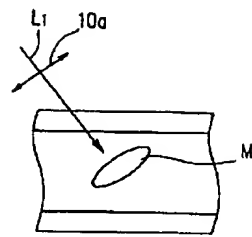


【図 16】

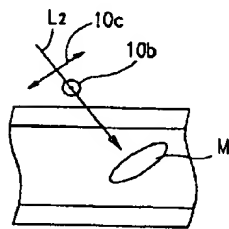


【図10】

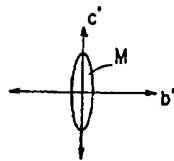
(a)



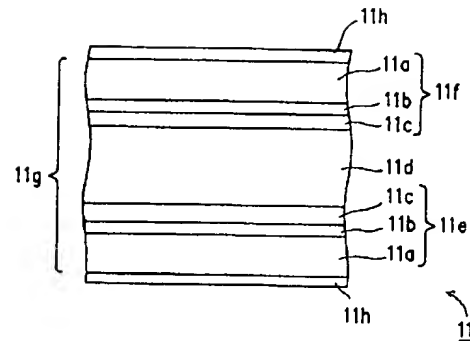
(b)



(c)

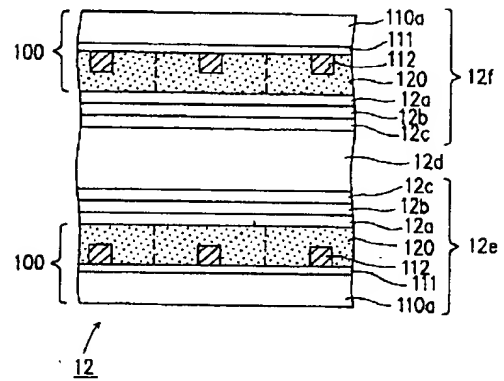


【図11】

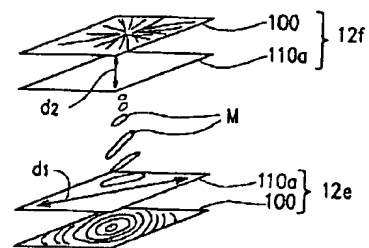


【図12】

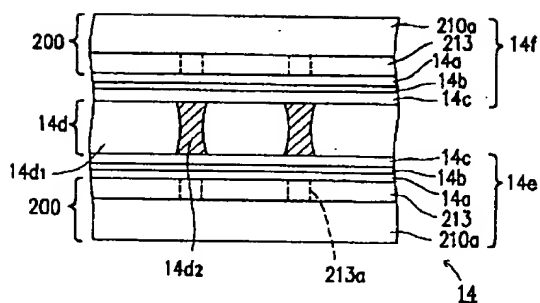
(a)



(b)

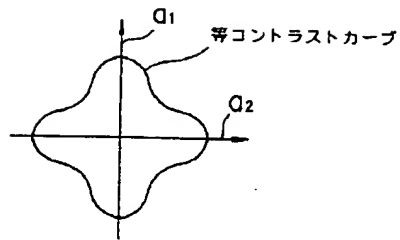


【図14】

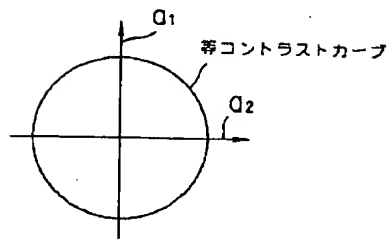


【図15】

(a)

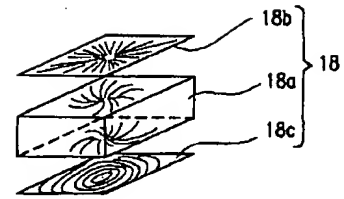


(b)

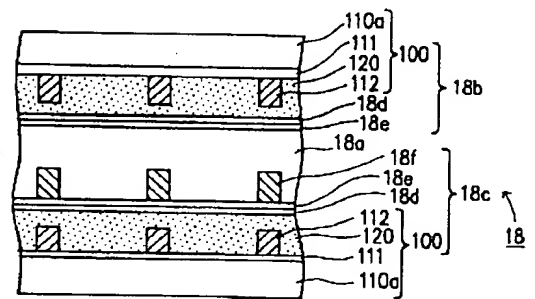


【図18】

(a)

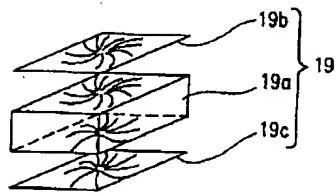


(b)

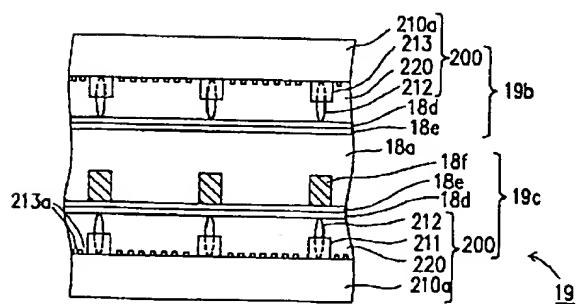


【図19】

(a)

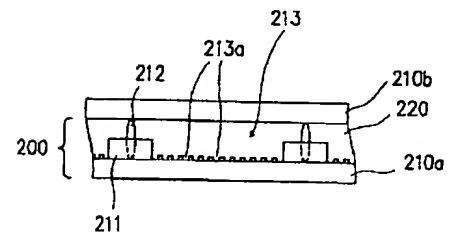


(b)

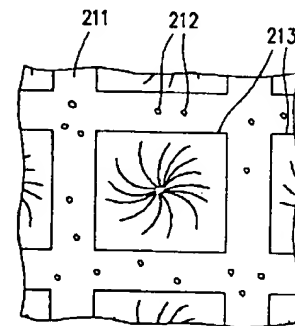


【図20】

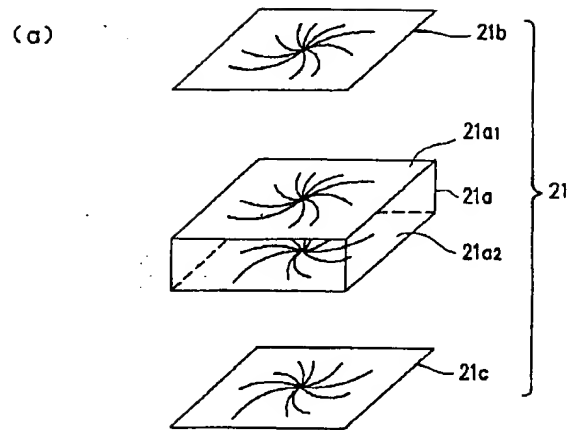
(a)



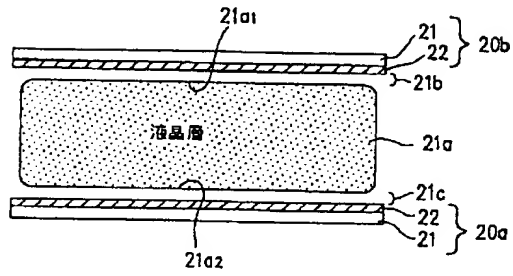
(b)



【図 2 1】

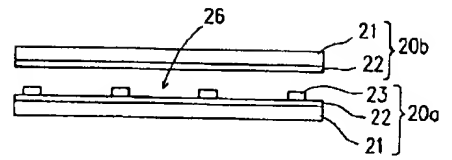


(b)

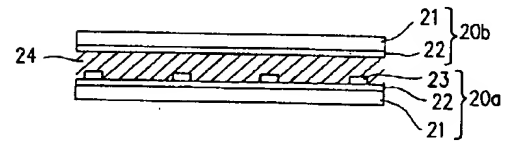


【図 2 2】

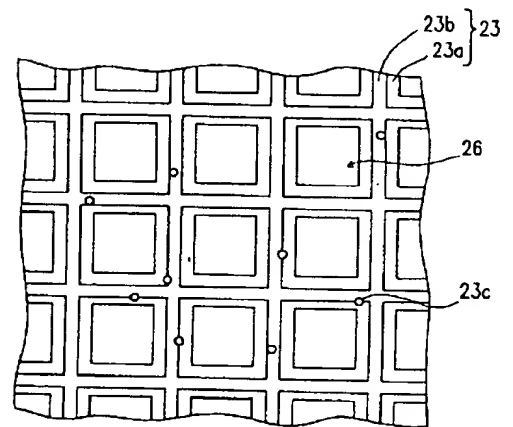
(a)



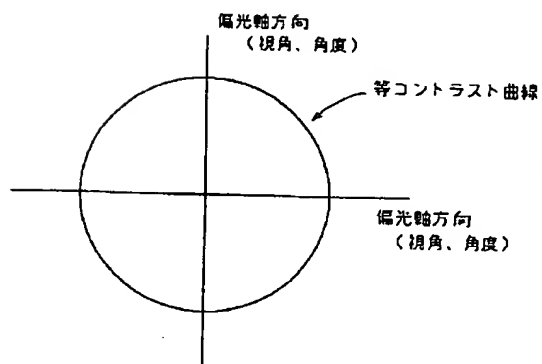
(b)



(c)



【図 2 3】



【図24】

